

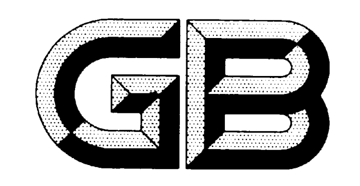
GB WTO 0378 (2012) (Chinese): Safety requirements for industrial automation products Part 15: Safety requirements for signal, isolation , converter or alarm unit for industrial-process measurement and control



BLANK PAGE



ICS 19.080; 25.040.01
N 10



中华人民共和国国家标准

GB ××××.15—xxxx

工业自动化产品安全要求 第15部分：工业过程测量和控制用信号配电、隔离、转换、报警处理单元的安全要求

Safety requirements for industrial automation products
Part 15: Safety requirements for signal, isolation , converter or alarm unit for industrial-process measurement and control

（报批稿）

200×-××-××发布 200×-××-××实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目　　次

前　　言 .... Ⅳ
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4.1 概述 6
4.2 试验顺序 6
4.3 基准试验条件 6
4.4 单一故障条件下的试验 8
5 标志和文件 10
5.1 标志 10
5.2 警告标志 13
5.3 标志耐久性 13
5.4 文件 14
6 防电击 15
6.1 概述 15
6.2 可触及零部件的判定 15
6.3 可触及零部件的允许限值 16
6.4 正常条件下的防护 18
6.5 单一故障条件下的防护 18
6.6 与外部电路的连接 20
6.7 电气间隙和爬电距离 21
6.8 介电强度试验程序 24
6.9 防电击保护的结构要求 26
6.10 与电网电源的连接和设备零部件之间的连接 26
6.11 供电电源的断开 27
7 防机械危险 27
8 耐机械冲击和撞击 27
8.1 概述 27
8.2 外壳的刚性试验 27
9 防止火焰蔓延 28
9.1 消除或减少单元内的引燃源 29
9.2 一旦出现着火，将火焰控制在单元内 29
9.3 限能电路 31
9.4 过流保护 32
10 设备的温度限值和耐热 33
10.1 对防灼伤的表面温度限值 33
10.2 绕组温度 33
10.3 其他温度的测量 33
10.4 温度试验的实施 33

10.5 耐热 34
11 防液体危险 35
12 防辐射（包括激光源）、声压力和超声压力 35
13 对释放的气体、爆炸和内爆的保护 35
14 元器件 35
14.1 概述 35
14.2 电网电源选择装置 36
14.3 高完善性元器件 36
14.4 印制线路板 37
14.5 用作瞬态过压限制装置的电路和元器件 37
附　录　A（规范性附录） 38
附　录　B（规范性附录） 39
附　录　C（规范性附录） 41
附　录　D（规范性附录） 44
附　录　E（规范性附录） 47
附　录　F（规范性附录） 48

图 1 单一故障条件下瞬时可触及电压的短时最大持续时间[见 6.3.2a）] 17
图 2 正常条件和单一故障条件下充电电容量限值 18
图 3 说明防止火焰蔓延要求的流程图 29
图 4 挡板 31
图 5 结构要符合 9.2.1b)1)规定的外壳底部的区域 31
图 6 球压试验装置 35
图 7 符合性选项 11.1a)、b)、c）和 d）的流程图 36
图　A1 测量电路 38
图　B.1 刚性试验指（GB/T 16842 的试具 11） 39
图　B.2 铰接式试验指（GB/T 16842 的试具 B） 40
图　C.1 电气间隙和爬电距离测量方法的例子 43
图　D.1a）至 D.1d） 危险带电电路与正常条件下不超过 6.3.2 限值且具有可触及零部件的外部端子的电路之间的防护 44
图　D.1e）至 D.1h） 危险带电电路与正常条件下不超过 6.3.2 限值、且具有外部端子的其他电路之间的防护 45
图　D.2a）和 D.2b） 不与其他可触及零部件相连的可触及件对内部危险带电电路的防护 45
图　D.2c）和 D.2d） 正常条件下不超过 6.3.2 限值的次级电路的可触及端子对初级危险带电电路的防护 45
图　D.3 两个危险带电电路的外部可触及端子的防护 46
表 1 符号 12
表 2 螺钉组件的拧紧扭矩 20
表 3 海拔 5000 内的电气间隙倍增系数 22
表 4 电网电源电路的电气间隙和爬电距离 23
表 5 除电网电源电路以外的电路的电气间隙 23
表 6 爬电距离 24
表 7 基本绝缘的试验电压 26
表 8 外壳底部允许的开孔 30

表 9 最大可获得电流值的限值 32
表 10 过流保护装置 32
表 11 正常条件下的表面温度限值 33
表 12 绕组的绝缘材料 33
表 13 脉冲承受电压 37
表 C.1 污染等级表 41
表 E.1 通过采用附加防护使内部环境污染等级的降低 47

前　　言

GB ××××的本部分的全部技术内容为强制性。

GB ××××《工业自动化产品安全要求》分为如下 18 个部分：

——第 1 部分：总则；
——第 2 部分：压力/差压变送器的安全要求；
——第 3 部分：温度变送器的安全要求；
——第 4 部分：控制阀的安全要求；
——第 5 部分：流量计的安全要求；
——第 6 部分：电磁阀的安全要求；
——第 7 部分：回路调节器的安全要求；
——第 8 部分：电动执行机构的安全要求；
——第 9 部分：数字显示仪表的安全要求；
——第 10 部分：记录仪表的安全要求；
——第 11 部分：可编程序控制器的安全要求；
——第 12 部分：回波测距（TOF）式物位计的安全要求；
——第 13 部分：磁致伸缩液位计的安全要求；
——第 14 部分：仪表电源的安全要求；
——第 15 部分：工业过程测量和控制用信号配电、隔离、转换、报警处理单元的安全要求；
——第 16 部分：差压流量计的安全要求；
——第 17 部分：超声流量计的安全要求；
——第 18 部分：压力仪表辅助装置的安全要求。

本部分为 GB xxxx 的第 15 部分。

本部分按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会（SAC/TC 124），全国测量、控制和实验室电器设备安全标准化技术委员会（SAC/TC338）归口。

本部分起草单位：上海工业自动化仪表研究所、中环天仪股份有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、上海自仪股份有限公司、宁夏银星能源股份吴忠仪表公司、上海工业自动化仪表研究所、重庆自动化仪表所、扬州电力设备修造厂、北京华控技术有限责任公司、重庆川仪总厂有限公司、上海威尔泰工业自动化股份有限公司、福建上润精密仪器有限公司。

本部分主要起草人：李嘉佳、郑旭、李云翱、包伟华、丁戍卫、李明华、王玉敏、马煜峰、王勇、陆孝孟、蔡冰询、朱乐尧、费向军、刘仲刚、梅恪、王建华、柳晓菁、张艾森。

工业自动化产品安全要求
第 15 部分：工业过程测量和控制用信号配电、隔离、转换、报警单元的安全要求

1 范围

本部分规定工业过程测量和控制用信号配电、隔离、转换、报警单元（以下简称单元）的防电击、防机械危险、耐机械冲击和撞击、防止火焰蔓延、设备的温度限值和耐热的安全要求。

本部分不包括与安全无关的设备的功能、性能或其他特性、运输包装的有效性、电磁兼容（EMC）要求、功能安全、对爆炸环境的防护措施、维修（修理）、维修（修理）人员的防护。

本部分适用于工业过程测量和控制用额定供电电压不超过250V（有效值）的信号配电、隔离、转换、报警单元。单元的输入信号、输出信号包括了工业过程测量和控制用的模拟信号和数字信号任何具有特定的输入、输出变量，且输入输出变量之间具有特定关系（传递函数）。如果要将自动化产品用于其他环境（例如医疗、食品、核电、船舶等），则自动化产品还必须满足适用于相应环境的特殊要求、标准及安装准则。本部分不适用于DCS、PLC系统内的I/O单元。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1633-2000 热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定(idt ISO 306：1994)

GB/T 4207-2003 固体绝缘材料在潮湿条件下相比电痕化指数和耐电痕化指数的测定方法（IEC 60112:1979,IDT）

GB 4208-2008 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2001 IDT)

GB4793.1-2007 测量，控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求（IEC61010：2001，IDT）

GB 8898-2001 音频、视频及类似电子设备安全要求（eqv, IEC 60065:1998）

GB/T 11020-2005 固体非金属材料暴露在火焰源时的燃烧性试验方法清单（IEC 60707:1999,IDT）

GB/T 11021-2007 电气绝缘 耐热性分级（IEC 60085:2004,IDT）

GB/T 11918－2001 工业用插头插座和耦合器 第1部分:通用要求（IEC 60309-1:1999,IDT）

GB/T 11919－2001 工业用插头插座和耦和器 第2部分:带插销和插套电器附件的尺寸互换性要求（IEC 60309-2:1999,IDT）

GB/T 16927-1997 高电压试验技术(eqv IEC 60060：1989)

GB/T 16935.3-2005 低压系统内设备的绝缘配合 第3部分：利用涂层、罐封和模压进行防污保护（IEC 60664-3: 2003, IDT）

ISO 7000 设备用图形符号 索引和一览表（Graphical symbols for use on equipment-Index and synopsis）

IEC 60027-3-2002 电工技术用字母符号(Letter symbols to be used in electrical technology)

3 术语和定义

GB 4793.1-2007界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB 4793.1-2007中的某些术语和定义。

除另有规定外，“电压”值和“电流”值均指交流、直流，或者合成的电压或电流的有效值。

3.1 设备和设备的类别

3.1.1

固定式设备 fixed equipment

固定在支撑件上的或需另外固定在特定位置上的设备。

[GB 4793.1—2007, 定义3.1.1]

3.1.2

永久性连接式设备 permanently connected equipment

以只有用工具才能断开的永久性连接方法与电源电气连接的设备。

3.1.3

B 型可插式设备 pluggable equipment type B

预定要通过符合GB/T 11918或类似的国家标准的工业用插头和插座或通过工业用器具耦合器，

或者通过这两者与电网电源连接的设备。

3.2 零部件和附件

3.2.1

端子 terminal

为使装置（设备）与外部导体相连而提供的一种元件。

[GB 4793.1—2007, 定义3.2.1]

注： 端子可以含有一个或几个接触件，因此该术语也包括插座、连接器等。

3.2.2

功能接地端子 functional earth terminal

用来直接与测量电路或控制电路的某一点,或者直接与某个屏蔽部分进行电气连接的,而且预定还要用来为安全目的以外的任何功能目的接地的端子。

注： 对测量设备，该端子常被称为测量接地端子。

3.2.3

保护导体端子 protective conductor terminal

为安全目的而与设备的导电零部件相连接的，而且预定还要与外部保护接地系统相连接的端子。

3.2.4

外壳 enclosure

防止设备受到某些外部影响和防止从任何方向直接接触而提供的零部件。

[GB 4793.1—2007, 定义3.2.4]

3.2.5

挡板 barrier

防止从任何正常接近的方向直接接触而提供的零部件。

[GB 4793.1—2007, 定义3.2.5]

注： 外壳和挡板可以提供火焰蔓延的防护［见9．2.1b)］。

3.3 电气量值

3.3.1

额定（值） rated(value)

通常由制造厂针对元器件、装置或设备达到某一工作状态而给出的量值。

[GB 4793.1—2007，定义3.3.1]

3.3.2

额定值 rating

一组额定值和工作条件。

[GB 4793.1—2007，定义3.3.2]

3.3.3

工作电压 working voltage

当设备以额定电压供电时，在任何特定的绝缘上能出现的最大交流电压有效值或直流电压值。

注 1：瞬态值不考虑。

注 2：开路条件和正常工作条件均要考虑。

3.4 试验

3.4.1

型式试验 type test

针对特定的设计为证明该设计和结构是否能满足本标准的一项或多项要求而对设备的一台或多台样品（或设备零部件）进行的试验。

[GB 4793.1—2007，定义3.4.1]

注： 这是对IEV 151—04—15定义的扩充，以便既包括设计要求又包括结构要求。

3.4.2

例行试验 routine test

在制造中或制造后为确定装置（设备）是否符合某个判据而对每一台单独的装置（设备）进行的 试验（见附录F）。

[GB 4793.1—2007，定义3.4.2]

3.5 安全术语

3.5.1

（零部件的）可触及 accessi ble（of a part）

当按 6.2 的规定能用标准试验指或试验针触及到的。

3.5.2

危险 hazard

潜在的伤害源。

3.5.3

危险带电 hazardous live

在正常条件或单一故障条件下能使之发生电击或电灼伤。

注： 对正常条件适用的数值见6.3.1，对在单一故障条件下被认为是适用的更高的数值见6.3.2。

3.5.4

电网电源 mains

设计成使有关设备需要与其连接的、为设备提供电力为目的的低压供电系统。

注： 有些测量电路也可以与供测量目的用的电网电源相连。

3.5.5

电源电路 mains circuit

预定要与电网电源连接的、为设备提供电力的电路。

注： 测量电路和利用感应原理从电网电源电路获得供电的电路不属于电网电源电路。

3.5.6

保护阻抗 protective impedance

元器件、元器件的组件或者基本绝缘和限流或限压装置的组合，当其连接在可触及导电零部件与危险带电零部件之间时，其阻抗、结构和可靠性在正常条件和单一故障条件下提供的防护程度达到本标准的要求。

3.5.7

保护连接 protective bonding

为使可触及导电零部件或保护屏与供外部保护导体连接用的装置具有电气连续性而进行的电气连接。

3.5.8

正常使用 normal use

按使用说明或按明显的预期用途的说明进行的操作，包括待机。

注： 多数情况下，正常使用也指正常条件，因为使用说明书会警告用户不要在非正常条件下使用设备。

3.5.9

正常条件 normal condition

防止危险的所有防护措施均完好无损的条件。

3.5.10

单一故障条件 single fault condition

防止危险的一个防护措施发生失效的条件或可能引起某种危险而出现一个故障的条件。

注： 如果某个单一故障条件会不可避免地引起另一个单一故障条件，则这样的两个故障被认为是一个单一故障条件。

3.5.11

操作人员 operator

按设备的预期用途来操作设备的人。

注： 操作人员应为这一目的而接受适当的培训。

3.5.12

责任者 responsible body

负责设备的使用或维护和确保操作人员得到足够培训的个人或组织。

3.5.13

瞬态过电压 transient overvoltage

持续时间仅几毫秒或更短时间的过电压，通常带有强阻尼的振荡或非震荡。

3.5.14

暂态过电压 temporary overvoltage4

持续相对较长时间的工频过电压。

3.6 绝缘

3.6.1

基本绝缘 basic insulation

其失效会引起电击危险的绝缘。

[GB 4793.1—2007，定义3.6.1]

注： 基本绝缘可用于功能绝缘的目的。

3.6.2

附加绝缘 supplementary insulation

除基本绝缘以外施加的独立的绝缘，用以保证在基本绝缘一旦失效时仍能防止电击。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.2]

3.6.3

3.6.4 双重绝缘 double insulation

由基本绝缘和附加绝缘构成的绝缘。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.3]

3.6.5

加强绝缘 reinforced insulation

其提供防电击能力不低于双重绝缘的绝缘，它可以由几层不能像附加绝缘或基本绝缘那样单独进行试验的绝缘构成。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.4]

3.6.6

污染 pollution

会导致介电强度或表面电阻率降低的固态、液态或气态（电离气体）的附加的外来物质。

3.6.7

污染等级 pollution degree

为了评价间隔距离而规定的下述微环境的污染等级。

3.6.7.1

污染等级 1 pollution degree 1

无污染或只有干燥的非导电性污染，该污染无不利影响。

3.6.7.2

污染等级 2 pollution degree 2

通常仅有非导电性污染，但偶尔也会由于凝聚作用而短时导电。

3.6.7.3

污染等级 3 pollution degree 3

导电污染或干燥的非导电污染由于凝聚作用而变成导电。

注： 在这种条件下，设备通常要防止暴露于直射的日光、降雨、强烈的风压中，但不用控制温度或湿度。

3.6.7.4

污染等级 4 pollution degree 4

由导电性灰尘，雨水或其他潮湿条件引起的持续性导电。

3.6.8

电气间隙 clearance

两个导电零部件在空气中的最短距离。

3.6.9

爬电距离 creepage distance

两个导电零部件沿绝缘材料表面的最短距离。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.8]

3.7 与产品有关的定义

3.7.1

信号转换单元　signal converter unit

将一种标准化传输信号转化为另一种标准化传输信号的专用变送单元。[GB/T 17212-1998]

3.7.2

信号隔离单元 signal isolation unit

将一种标准化信号的输入与输出隔离传输，并与其它线路之间不存在干扰的单元。[GB/T 17212-1998]

3.7.3

信号配电单元　signal supply unit

为检测仪表提供隔离电源，同时将现场仪表产生的测量信号隔离输出的单元。[GB/T 17212-1998]

3.7.4

报警单元 alarm unit

具有可听和（或）可视输出，以表明设备或控制系统不正常或超出极限状态的装置。

3.7.5

标准化信号 normalized signal

具有标准化的上、下范围值的信号

例如：4mA~20mA（d.c.）,20kPa~100kPa

4　试验

4.1　概述

本部分中的所有试验均是在产品或其零部件的样品上进行的型式试验。这些试验的唯一目的是要检验设计和结构是否能确保符合标准要求。此外，制造厂应对所生产的、同时具有危险带电零部件和可触及导电零部件的产品 100%的进行附录 F 的例行试验。

对满足本部分规定的相关标准要求且按这些要求使用的分组件，在整个产品的型式试验期间不必再重复进行试验。

应通过所有适用的试验来检验是否符合本部分要求，但如果对产品的检查确能证明肯定能通过某项试验，则该项试验可以省略。试验在下面条件下进行：

—— 基准试验条件（见 4.3）；

—— 故障条件（见 4.4）。

注： 如果在进行符合性试验时，某个所施加的或测得的量值（如电压）的实际值由于有误差而存在不确定性，则：

—— 制造厂要确保施加的值至少是规定的试验值；

—— 试验部门要确保施加的值不大于规定的试验值。

4.2　试验顺序

除本部分另有规定者外，试验顺序可以任选。在每项试验后应仔细对受试单元进行检查。如果对试验的结果有怀疑，怀疑如果试验顺序颠倒，任何前面的各项试验是否真能通过，则前面的这些试验应重复进行。如果故障条件下的试验会损坏单元，则这些试验可以放在基准试验条件下的试验之后。

4.3　基准试验条件

4.3.1　环境条件

除本部分另有规定者外，试验场所应具有下述环境条件：

a)　温度：15℃～35℃；

b)　相对湿度：不超过 75%；

c) 大气压力：86kPa～106kPa；

d) 无霜冻、凝露、渗水、淋雨和日照等。

4.3.2 单元的状态

除另有规定者外，每项试验应在一个单元上、且在4.3.2.1～4.3.2.9规定的最不利的组合条件下进行。

单元应按制造厂说明书的规定来进行安装。

4.3.2.1 单元的位置

处于正常使用时的任一位置，且任何通风不受阻挡。

4.3.2.2 附件

由制造厂建议的或提供的、与单元一起使用的附件和操作人员可更换的零部件应连接或不连接。

4.3.2.3 盖子和可拆除的零部件

不用工具就能拆除的盖子或零部件应拆除或不拆除。

4.3.2.4 电网电源

应符合下面的要求：

a) 供电电压应在单元能设置的任何额定供电电压的90%～110%之间，或者如果对单元规定出要适应更大的电压波动，则供电电压应达到该波动范围内的任何电压；

b) 频率应为任何额定频率；

c) 使用交、直流两用的单元应连接到交流或直流电源上；

d) 使用直流电源或单相电源的单元应分别按正常极性连接或相反极性连接；

e) 除了对设备规定只用于不接地的供电电源外，试验电源的一个极应处于地电位或接近地电位。

4.3.2.5 输入和输出电压

输入和输出电压，包括浮地电压但不包括电网电源电压在内，应将其调节到额定电压范围内的任何电压上。

4.3.2.6 接地端子

对保护接地端子，如果有，应接到大地。功能接地端子应接地或不接地。

4.3.2.7 控制件

操作人员在不使用工具的情况下，能手动调节的控制件应设置在任何位置上，但下列情况除外：

a) 电网电源选择装置应设置在正确值的位置上；

b) 如果标在单元上的标志禁止组合设置，则不得进行组合设置。

4.3.2.8 输出

对于提供电输出的单元：

a) 其工作状态应能对额定负载提供额定输出功率；

b) 对任何输出，额定负载阻抗应连接或不连接。

4.3.2.9 工作周期

单元的工作是连续的。

4.4 单一故障条件下的试验

4.4.1 概述

应按下面要求：

a) 检查单元及其电路图通常就能判断是否有可能引起危险的和因此是否应施加的故障条件；

b) 除了能证明某个特定的故障条件不可能引起危险外，各项故障试验均应进行，或者选择检验符合性的规定的替换方法来代替故障试验［见条款 9b）和条款 9c)]；

c) 单元应在基准试验条件（见 4.3）的最不利的组合条件下工作，对不同的故障，这些组合条件可以有所不同，在进行每一个试验时应记录这些组合条件。

4.4.2 故障条件的施加

故障条件应包括 4.4.2.1～4.4.2.6 规定的故障条件。这些故障条件一次只能施加一个，并应按任何方便的顺序依次施加，不能同时施加多个故障，除非这些故障是施加某故障后引发的结果。

在每一次施加故障条件后，单元或零部件应能通过 4.4.4 的适用的试验。

4.4.2.1 保护阻抗

a) 如果保护阻抗是由元器件的组合来组成的，则应将每个元器件短路或开路，选择其中较为不利者；

b) 如果保护阻抗是由基本绝缘和限流或限压装置组合来组成的，则基本绝缘和限流或限压装置这两者均应承受单一故障条件，一次施加一个故障条件。对基本绝缘应进行短路，而对限流或限压装置应进行短路或开路，选择其中较为不利者。

由高完善性元器件组成的保护阻抗的零部件不必将其短路或开路（见 6.5.3 和 14.3)。

4.4.2.2 保护导体

保护导体应断开，但对永久性连接式单元或使用符合 GB/T 11918～GB/T 11919 的连接器的单元除外。

4.4.2.3 电源变压器

电源变压器的次级绕组应按 4.4.2.3.1 的规定将其短路，并按 4.4.2.3.2 的规定使其过载。在一个试验中损坏的变压器，允许修复或更换后再作下一个试验。

4.4.2.3.1 短路

在正常使用时接负载的每一个不带抽头的输出绕组和带抽头输出绕组的每一部分应依次进行试验，一次试验一个来模拟负载短路。试验中过流保护装置保持在位，所有其他绕组接负载或不接负载，选择正常使用的负载条件中较为不利者。

4.4.2.3.2 过载

每一个不带抽头的输出绕组和带抽头的输出绕组的每一部分应依次进行过载试验，一次试验一个。其他绕组接负载或不接负载，选择正常使用的负载中较为不利者。如果在4.4的故障条件试验时出现任何过载，则各次级绕组应承受那些过载。

在绕组上跨接一个可变电阻器来进行过载试验。电阻器尽可能快地进行调节，如有必要，在1min后再次进行调节来保持该适用的过载。以后不允许再作进一步的调节。

如果用电流断路装置来提供保护，则过载试验电流为过流保护装置刚好能导通1h的最大电流。试验前，保护装置用可以忽略阻抗的连接来代替。如果该试验电流值不能从保护装置的规范中获得，则要通过试验来确定。

对设计成当达到规定的过载时输出电压即消失的单元，过载要缓慢地增加，达到刚好在引起输出电压消失的该过载点靠前的一个过载点。

在所有的其他情况下，该过载是从变压器能获得的最大输出功率。

4.4.2.4 输出

应将各个输出短路，一次短路一个。

4.4.2.5 一种以上类型的电源供电

设计成可由一种以上类型的电源供电的单元应同时与这些电源相连，除非在结构上能阻止这样的连接。

4.4.2.6 电路和零部件之间的绝缘

在电路和零部件之间，对低于针对基本绝缘规定的量值的绝缘应将其短路，以检验是否能防止火焰的蔓延。

注： 检验防止火焰蔓延的替换方法见9a)和9b)。

4.4.3 试验持续时间

4.4.3.1 概述

应使单元一直工作到由所施加的故障产生的结果不可能再有进一步变化为止。每项试验一般限制在1h以内，因为单一故障条件引发的二次故障通常就在那段时间内显现出来。如果有迹象表明最终可能产生电击、火焰蔓延或人身伤害的危险，则试验应一直继续到出现这些危险为止，或者最长时间为4h，除非在此之前出现危险。

4.4.3.2 限流装置

如果为限制能易于触及到的零部件的温度而装有在工作时能切断或限制电流的装置，则不论该装置是否动作，均应测量单元能达到的最高温度。

4.4.3.3 熔断器

如果因熔断器的断开而使某个故障中断，而且如果该熔断器不在约1s内动作，则应测量有关故障条件下流过熔断器的电流。为了确定电流是否达到或超过熔断器的最小动作电流以及更长时间熔断器才

动作，应利用熔断器的预飞弧时间/电流特性来进行评定。通过熔断器的电流是会随时间而发生变化的。

如果在试验中电流未达到熔断器的最小动作电流，则应使单元工作一段对应于最长的熔断时间，或者应使单元连续工作 4.4.3.1 规定的时间。

4.4.4 施加故障条件后的符合性

4.4.4.1 概述

在施加单一故障后，通过下面的测量来检验电击防护是否符合要求：

a) 通过进行 6.3.2 的测量来检验可触及导电零部件是否变成危险带电；

b) 通过对双重绝缘或加强绝缘进行电压试验来检验绝缘是否还有一重保护，电压试验按 6.8 的规定（符合性预处理除外）用对应于基本绝缘的试验电压来进行。

c) 如果电气危险防护是通过变压器内的双重绝缘或加强绝缘来实现的，则测量变压器绕组的温度。其温度不得超过表 12 规定的温度。

4.4.4.2 温度

通过测量单元外壳的外表面或能易于触及到的零部件外表面的温度来检验温度防护是否符合要求。

在环境温度为 40℃时，或在最高额定环境温度下，易触及表面的温度不得超过 105℃。

该温度是通过测量外表面或零部件的温升加上 40℃，或者如果高于 40℃，则加上最高额定环境温度来确定。

4.4.4.3 火焰蔓延

通过将单元放在白色薄棉纸包裹的软木材表面上，并且单元上覆盖纱布来检验着火蔓延的防护是否符合要求。熔融金属、燃烧的绝缘物、带火焰的颗粒等不得滴落到放置单元的表面上，而且棉纸或纱布不得碳化、灼热或起火。如果不可能引发危险，则绝缘材料的熔化应忽略不计。

4.4.4.4 其他危险

按第 7 章和第 8 章的规定来检验其他危险防护要求是否合格。

5 标志和文件

5.1 标志

5.1.1 概述

单元上应标有符合 5.1.2～5.2 规定的标志。除了内部零部件的标志外，这些标志应从外部就能看见，标志不得标在操作者不用工具就能拆卸的零部件上。

对于机柜安装的单元，标志允许标在单元从机柜上卸下后能看见的表面上。

量值和单位的文字符号应符合 IEC60027 的规定，图形符号应符合表 1 的规定。图形符号应在文件中进行解释。

通过目视检查来检验是否合格。

5.1.2 标识

单元应至少标有下列内容：

a) 制造厂或供应商的名称或商标；

b) 型号、名称或能识别单元的其他方法。如果标有相同识别标志（型号）的单元是在一个以上的生产场地制造的，则对每一个生产场地制造的单元，其标志应能识别出其生产场地。

注： 工厂地点的标志可以采用代码，而且不必标在单元的外部。

通过目视检查来检验是否合格。

5.1.3 电源

单元应标有以下信息：

a) 电源性质：

1） 交流：表 1 中的符号 2；

2） 直流：表 1 中的符号 1；

3）交直流两用：表 1 中的符号 3；

b) 额定电源电压值或额定电源电压范围；

c) 最大额定功率，单位 W（有功功率）或 VA（视在功率），或最大额定输入电流。如果单元可以使用一个以上的电压范围，则应当对应每个电压范围分别标出，除非最大值与最小值相差不大于平均值的 20%。

d) 对操作者能够使用不同额定电源电压的单元应装有设置单元电压的指示装置；

e) 对能插入标准电源插头的辅助电源插座，如果其供电与电网电源电压不同，则应当标出该供电电压。如果该插座仅供特定的设备使用，则该插座的标志应当能识别预定与其使用的设备，如果不标这标志，则应当标出最大额定电流或功率，或者在插座旁标上表 1 的符号 14，并将全部细节在文件中说明。

通过目视检查，以及通过测量功率或输入电流来检验 c）规定的标志是否合格。测量应在电流达到稳定状态后（通常 1min 后）进行，以避免计入任何起始冲击电流。单元应处在消耗最大功率的状态。不考虑瞬态值，测得值大于标志值时，不得超过标志值的 10%。

表1　符号

序号	符号	标准	说明
1		GB/T 5465.2（5031）	直流
2		GB/T 5465.2（5032）	交流
3		GB/T 5465.2（5033）	交直流
4	3~		三相交流
5		GB/T 5465.2（5017）	接地端子
6		GB/T 5465.2（5019）	保护导体端子
7		GB/T 5465.2（5020）	机箱或机架端子
8		GB/T 5465.2（5021）	等电位
9		GB/T 5465.2（5007）	通（电源）
10		GB/T 5465.2（5008）	断（电源）
11		GB/T 5465.2（5172）	全部由双重绝缘或加强绝缘保护的单元
12			小心，电击危险
13		GB/T 5465.2（5041）	小心，烫伤
14		ISO　7000	小心，危险（见注）
15		GB/T 5465.2（5268）	双位按钮控制的“按入”状态
16		GB/T 5465.2（5269）	双位按钮控制的“弹出”状态
注：要求制造厂说明在标有该符号的所有情况下都必须查阅文件，见 5.4.1。			

5.1.4　熔断器

对可由操作人员更换的任何熔断器应在其熔断器座旁标上使操作人员能识别正确更换熔断器的标志（见 5.4.5）。

通过目视检查来检验是否合格。

5.1.5　端子、连接件和操作装置

如果对安全是有必要的话，则对端子、连接器、控制件以及指示器，应给出其用途的指示。如果没有足够的空间，可以使用表 1 的符号 14。

注 1：对附加信息见IEC 60445和IEC 60447

注 2：对多针连接器的各个插针不必进行标志。

5.1.5.1 端子

与电网电源相连的端子应是能识别的：

下列端子应按下面规定进行标志：

a) 功能接地端子用表 1 的符号 5；

b) 保护导体端子用表 1 的符号 6，但当保护导体端子是经认可的电网电源器具输入插座的一部分时除外。该符号应标在靠近端子处或标在端子上；

c) 与可触及导电零部件相连的可触及功能接地端子，应标上这种连接情况的指示，除非这种连接是显而易见的。对这种标志可用表 1 的符号 8。

通过目视检查来检验是否合格。

5.1.6 用双重绝缘或加强绝缘保护的单元

全部用双重绝缘或加强绝缘保护的单元应标上表 1 的符号 11，但装有保护接地端子的单元除外。

只有局部用双重绝缘或加强绝缘保护的单元不得标上表 1 的符号 11。

通过目视检查来检验是否合格。

5.2 警告标志

警告标志在单元准备作正常使用时就能看见。如果某个警告标志适用于单元的某个特定部分，则该标志应标在该特定部分上或标在其附近。

警告标志的尺寸应按如下规定：

a) 符号高度至少应为 2.75mm，文字高度至少应为 1.8mm，文字在颜色上应与背景颜色形成反差。

b) 在材料上模注、模压或蚀刻的符号或文字的高度至少应为 2.0mm，如果不打算在颜色上形成反差，则这些符号或文字至少应具有 0.5mm 的凹陷深度或凸起高度。

如果为了保持单元提供的防护而需要责任者或操作人员去查阅说明书，则单元应标有表 1 的符号 14。符号 14 不需要与在说明书中作出的解释的符号一起使用。

如果说明书说明，操作人员可以用工具接触在正常条件下可能是危险带电的零部件，则应标有警告标志，说明在接触前必须使单元与危险带电电压隔离或断开危险带电电压。

警告标志在 6.5.1.2e) 中规定。

通过目视检查来检验是否合格。

5.3 标志耐久性

符合5.1.2～5.2要求的标志应在正常使用条件下保持清晰可辨，并能耐受由制造厂规定的清洁剂的影响。

通过目视检查，以及通过对单元外侧的标志进行下述耐久性试验来检验是否合格。用布沾上规定的清洁剂（或者如果没有规定，则沾上异丙醇），用手不加过分压力地擦拭30s。

在上述处理后，标志仍应清晰可辨，粘贴标牌不得出现松脱或卷边。

5.4 文件

5.4.1 概述

为了安全目的，应随同单元提供含有下述内容的文件：

a) 预定用途；

b) 技术规范；

c) 使用说明；

d) 可从其获得技术帮助的制造商或供货商的名称和地址；

e) 5.4.2～5.4.5规定的信息；

如果适用，警告语句和对标在单元上的警告符号所做的清楚的解释应在说明书中给出，或者将其永久、清晰地标在单元上。特别是应给出一段叙述，说明在标有表1符号14的所有的情况下均需要查阅文件，以便弄清潜在危险的性质以及必须采取的任何应对措施。

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.2 单元额定值

文件应包含下列信息：

a) 电源电压或电压范围，频率或频率范围，以及功率或电流额定值；

b) 所有输入和输出连接的说明；

c) 为单元设计给定的环境条件范围的说明；

d) 如果标定了单元符合GB 4208时，单元防护等级的说明。

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.3 单元安装

文件应包括安装和特定的交付使用的说明（下面列出各种例子），以及如果对安全是必要的话，还应包括在单元安装和交付使用过程中可能发生的危险的警告：

a) 装配、定位和安装要求；

b) 保护接地说明；

c) 与电源的连接；

d) 电源布线要求；

e) 对任何外部开关或断路器（见 6.10）和外部过流保护装置（见 9.4）的要求，以及将这些开关或电路断路器设置在单元近旁的建议；

f) 特殊维护要求；

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.4 单元的操作

如果适用，使用说明应包括：

a) 操作控制件及其用于各种操作方式的标识；

b) 与附件和其他设备互连的说明，包括指出适用的附件、可拆卸的零部件；

c) 在单元上使用的与安全有关的符号的解释；

在说明书中应说明，如果不按制造厂规定的方法来使用单元，则可能会损害单元所提供的防护。

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.5 单元的维护

对责任者为安全目的而需要涉及的预防性维护和检查应给出足够详细的说明。

注：说明书要建议责任者为检验单元是否仍处于安全状态而必需进行的任何试验。说明书还要给出警告，说明重复进行本部分的任何试验有可能损伤单元和降低对危险的防护。

制造厂应规定出只能由制造厂或其代理机构才能检查或提供的任何零部件。

对可更换的熔断器的额定值和特性应作出说明。

通过目视检查来检验是否合格。

6 防电击

6.1 概述

单元在正常条件（见 6.4）和单一故障条件（见 6.5）下均应保持防电击，单元的可触及零部件不得出现危险带电（见 6.3）。

通过按 6.2 的规定来确定是否是可触及的零部件以及测量是否达到 6.3 规定的限值，然后通过 6.4～6.10 的试验来检验是否合格。

6.2 可触及零部件的判定

除能明显看出者外，判定零部件是否可触及应按 6.2.1～6.2.3 的规定来进行。除有规定者外，对试验指（见附录 B）和试验针不得施加作用力。如果用试验指或试验针能接触到这些零部件，或者如果打开不认为是提供适当绝缘（见 6.9.1）的盖子能接触到这些零部件，则认为这些零部件是可触及的。

如果在正常使用时操作人员预定会采取使零部件增加可触及性的任何操作（使用或不使用工具），则应在 6.2.1~6.2.3 的检查前采取这样的操作。这样操作的例子包括：

a）移开盖子；

b）打开门；

c）调节控制件。

单元在进行 6.2.1 检查前应按制造厂的说明书安装好。

6.2.1 检查

在每一个可能的位置上施加铰接试验指（见图 B.2）。如果通过加力零部件会成为可触及，则施加刚性试验指（见图 B.1），同时施加 10N 的力。施加的力要通过试验指的指尖施加，以避免出现楔入或撬开的动作。试验对所有的外部表面进行。

危险带电零部件上方的开孔

将长 100mm、直径 4mm 的金属试验针插入危险带电零部件上方的任何开孔。试验针应自由悬挂，并允许进入达 100mm。零部件只是因为本试验是可触及的，因此不需要采取 6.5 单一故障条件的防护的附加安全措施。

本试验对端子不适用。

6.2.2 预调控制件的开孔

将直径 3mm 的金属试验针插入预定需要用改锥或其他工具来接触预调控制件的孔。试验针以每一个可能的方向插入预调控制件的孔。插入深度不得超过从外壳表面到控制轴距离的三倍或 100mm，取其较小者。

6.3 可触及零部件的允许限值

在可触及零部件与参考试验地之间，电压、电流不得超过 6.3.1 正常条件下的限值，也不得超过 6.3.2 单一故障条件下的限值。

6.3.1 正常条件下的值

在正常条件下有关量值大于下列限值即被认为是危险带电。只有当电压值超过 a)的限值时，才采用 b)和 c)的限值。

a) 当电压限值为有效值 33V 和峰值 46.7V，或者直流值 70V。

b) 电流限值为：当用图 A.1 的测量电路测量时，对正弦波电流为有效值 0.5mA，对非正弦波或混合频率电流为峰值 0.7mA，或者直流值 2mA。

c) 电容的电荷限值为 45μC。

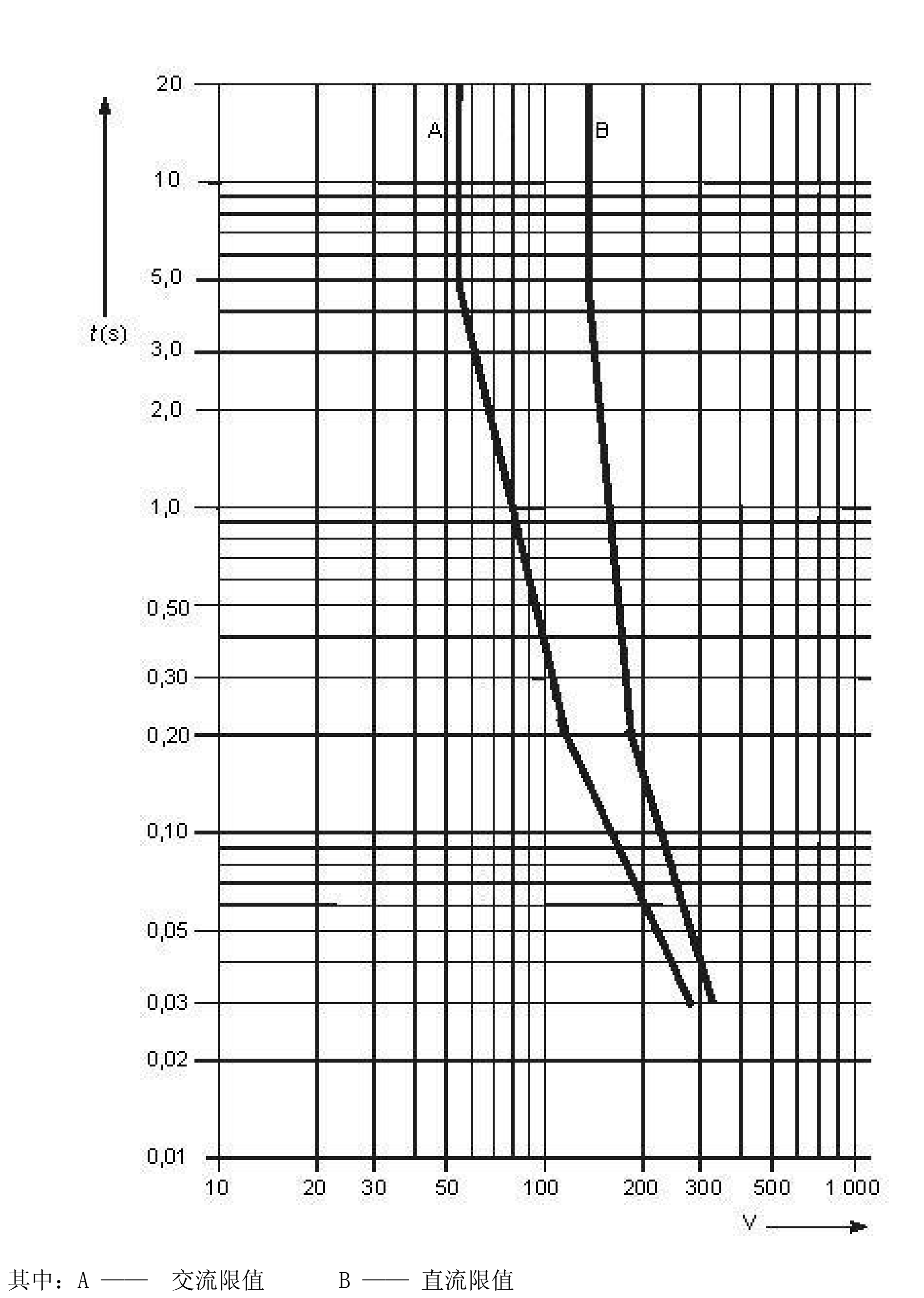
6.3.2 单一故障条件下的限值

在单一故障条件下有关量值大于下列限值即被认为是危险带电。只要电压超过 a)的限值，则还要采用 b)和 c)的限值。

a) 电压限值为有效值 55V 和峰值 78V，或者直流 140V；对瞬时电压，其限值为图 1 的规定值，在 50kΩ 电阻器上测量。

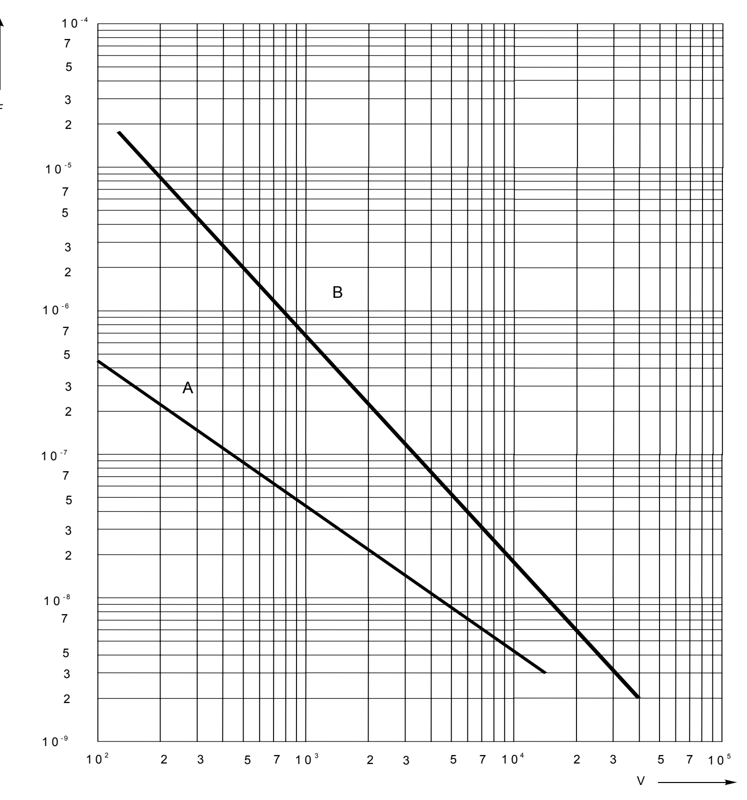
b) 电流值为：当用图 A.1 测量电路测量时，对正弦波电流为有效值 3.5mA，对非正弦波或混合频率电流为峰值 5mA；或者直流 15mA。

c) 电容量的限值见图 2 的规定值。



其中：A —— 交流限值 B —— 直流限值

图1 单一故障条件下瞬时可触及电压的短时最大持续时间[见 6.3.2a）]



其中：A——正常条件

B——单一故障条件

图2　正常条件和单一故障条件下充电电容量限值[见 6.3.1c）和 6.3.2c）]

6.4　正常条件下的防护

应采用下面一个或一个以上的措施来防止可触及零部件成为危险带电：

a)　基本绝缘（见附录 D）；

b)　外壳；

c)　阻抗。

外壳应满足 8.1 的刚度要求。如果外壳用绝缘来提供防护，则它们应满足基本绝缘的要求。

可触及零部件与危险带电零部件之间的电气间隙和爬电距离应满足6.7的要求和基本绝缘适用的要求。

可触及零部件和危险带电零部件之间的固体绝缘应能通过 6.8 对应基本绝缘的电压试验。

注：如果能通过 6.8 的介电强度试验，对固体绝缘无最小厚度要求。但是，在机械或热应力条件下，需要考虑第 8 章、第 9 章和第 10 章的要求。

通过下面的测量和试验来检验是否合格：

1)　通过 6.2 的判定和 6.3.1 的测量，确定可触及零部件是否危险带电；

2)　按 6.7 的规定检查或测量电气间隙和爬电距离；

3)　6.8 的基本绝缘的介电强度试验；

4)　8.1 的外壳的刚性试验。

6.5　单一故障条件下的防护

应提供附加防护，以确保在单一故障条件下防止可触及零部件成为危险带电，该附加防护应由 6.5.1～6.5.3 规定的一种或多种防护措施组成，或者在出现故障的情况下自动切断电源（见 6.5.4）。

按 6.5.1～6.5.4 的规定检验是否合格。

6.5.1　保护连接

如果在 6.4 规定的初级保护装置出现单一故障的情况下可触及导电零部件会危险带电，则可触及导电零部件应与保护导体端子相连，另一种方法是应用与保护导体端子相连的导电保护屏或挡板将这些可触及零部件与危险带电的零部件隔离。

注：如果用双重绝缘或加强绝缘将可触及导电零部件与所有危险带电零部件隔离，则可触及导电零部件不必与保护导体端子相连。

按 6.5.1.1～6.5.1.3 的规定检验是否合格。

6.5.1.1 保护连接的完整性

应采用下列措施保证保护连接的完整性：

a) 保护连接应由直接的结构件，或独立的导体或者这二者组成。保护连接应能承受 9.4 规定之一的过流保护装置将单元从电源上断开之前可能会经受到的所有热应力和电动应力；
b) 对承受机械应力的焊接连接应采用与焊接无关的方法进行机械固定，这种连接不得用于其他目的，例如固定结构件。螺钉连接件应紧固防止松动；
c) 如果单元的某一部分可由操作人员来拆除，则不能使单元剩余部分的保护连接断开；
d) 可移动的导电的连接件，例如：铰接件、滑销件等，不得成为唯一的保护连接通路，除非将它们专门设计成供电气互连用，并满足 6.5.1.3 的要求；
e) 电缆的外部金属编织物即使与保护导体端子连接也不得认为是保护连接。
f) 保护导体可以是裸导体也可以是绝缘导体，绝缘的颜色应是黄绿色，但下列情况除外：
   1) 对接地编织线，可以是黄绿色的也可以是无色透明的；
   2) 对内部保护导体以及和组件中的保护导体端子连接的其他导体，例如带状电缆、汇流条、软印制导线等，如果不可能因保护导体无标识而引起危险，则可以使用任何颜色。黄绿双色组合只能用于识别保护导体，而不得用于其他目的。
g) 使用保护连接的单元应装有满足 6.5.1.2 要求的端子并应能适用于保护导体的连接。

通过目视检查来检验是否合格。

6.5.1.2 保护导体端子

保护导体端子应满足下列要求。

a) 接触表面应为金属表面。

注 1：选择保护连接系统的材料要能使端子与保护导体之间或与端子接触的任何其他金属之间的电化学腐蚀减小到最低限度。

b) 对装有可拆卸软线的单元以及对永久连接式单元，其保护导体端子应位于电网电源端子的近旁；
c) 如果单元不需要与电网电源相连，但仍然具有需要保护接地的电路或零部件，则保护导体端子应位于需保护接地的该电路端子的附近。如果该电路有外部端子，则保护导体端子也应位于外部；
d) 电网电源电路的保护导体端子其载流能力至少应与电网电源供电端子的载流能力相当；
e) 如果保护导体端子还要用于其他连接目的，则应首先用于连接保护导体，而且固定保护导体应与其他连接无关，保护导体的连接方式应确保不可能由于进行不涉及保护导体的维修而将保护导体拆除，或者应标有警告标志（见 5.2），说明拆除后需要更换保护导体；
f) 功能接地端子，如果有的话，应提供独立于保护导体连接的连接；

注 2：单元可以装有功能接地端子，与所采用的保护措施无关。

g) 如果保护接地端子是一种连接螺钉，则该螺钉应具有能与连接导体相应的尺寸，但不小于 M3，并至少应能啮合 3 圈螺纹。保护连接所需的接触压力应不会由于构成连接部分的材料的变形而减小。
h) 通过目视检查来检验是否合格。还要通过下列试验来检验是否符合 g）的要求。对金属件上的螺钉或螺母，连同被固定的最不利的接地导体，以及任何配套的导线固定装置的组件，当用表

2 规定的拧紧力矩时，应能承受 3 次装配和拆卸的操作而不发生机械失效。

表2　螺钉组件的拧紧扭矩

螺钉尺寸 mm	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
拧紧扭矩 N•m	0.25/0.5	1.2	2.0	3.0	6.0	10.0
注:螺钉尺寸 3.0mm 的拧紧扭矩依据为紧定螺钉的材料和机械性能国家标准 GB/T3098.1-2000 及 GB/T3098.3-2000						

6.5.1.3　保护连接阻抗

保护导体端子与规定要采用保护连接的每一个可触及零部件之间的阻抗不得超过0.1Ω，电线的阻抗不构成规定的保护连接阻抗的一部分。

通过施加试验电流1min,然后计算阻抗来检验是否合格。　试验电流为被测电路的保护电流额定值的二倍。

保护电流额定值是在设备内或作为设备的一部分提供的用来保护需要接地的电路或零部件的过流保护装置的额定值。

对于B类和永久性连接式设备，保护电流额定值是安装说明中规定的要在设备外提供的过流保护装置的最大额定值。

6.5.2　双重绝缘和加强绝缘

组成双重绝缘或加强绝缘（见附录 D）一部分的电气间隙和爬电距离应满足 6.7 适用的要求见附录 D，外壳应满足 6.9.2 的要求。

对组成加强绝缘一部分的固体绝缘，应能通过 6.8 的加强绝缘的电压值电压试验。

按 6.7、6.8 和 6.9.2 的规定来检验是否合格。如果可能的话，双重绝缘的两个部分要分开进行试验，否则要作为加强绝缘来进行试验。安全所需的电气间隙和爬电距离可以通过测量来检验。

6.5.3　保护阻抗

为确保在单一故障条件下可触及导电零部件不会成为危险带电，保护阻抗应是下列规定的一种或一种以上的类型：

a)　一种合适的高完善性单一元器件（见 14.3）；
b)　元器件的组合；
c)　基本绝缘和电流或电压限制装置的组合。

元器件、导线和连接件的额定值应与正常条件和单一故障条件这两者相适应。

通过目视检查，以及在单一故障条件下(见 4.4.2.1)，通过 6.3 的测量来检验是否合格。

6.5.4　电源的自动断开

如果电源的自动断开被用作单一故障条件下的保护，则该自动断开装置应当满足下列所有要求：

a) 自动断开装置应当随同设备一起提供，或者安装说明书应当规定自动断开要作为设施的一部分来进行安装；
b) 自动断开装置的额定特性应当规定成能在图 1 规定的时间范围内断开负载；
c) 自动断开装置的额定值应当与设备的最大额定负载条件相适应；

通过目视检查自动断开装置的规范，以及如果适用检查安装说明书来检验是否合格。在有怀疑的情况下，对自动断开装置进行试验来检验其是否在要求的时间范围内断开电源。

6.6　与外部电路的连接

6.6.1　概述

与外部电路的连接应不会：

a)　在正常条件和单一故障条件下使外部电路的可触及零部件变成为危险带电；
b)　或者在正常条件和单一故障条件下使设备的可触及零部件变成为危险带电。

应通过对电路的隔离来实现保护，除非将电路的隔离短路不可能产生危险。

为达到上述的要求，制造商的说明书或设备的标志应按适用的情况对每个外部端子给出以下信息：

1) 端子已设计成的能保持安全工作的额定条件（最大额定输入/输出电压，连接器特定的型号，已设计的用途等）；

2) 为符合正常条件和单一故障条件下端子连接时的电击防护要求，对外部电路要求的绝缘额定值。

对端子的可触及性，见 6.6.2。

按下列方法来检验是否合格：

i) 通过目视检查；

ii) 通过 6.2 的判定；

iii) 通过 6.3 和 6.7 的测量；

iv) 通过 6.8 介电强度试验（但潮湿预处理除外）。

6.6.2 外部电路的端子

在断开电源后 10s，从内部电容器接收电荷的端子不得危险带电。

当最大额定电压施加到未插合好的端子时，该端子是危险带电的，则该端子应是不可触及的。

通过目视检查和按 6.2 的规定对可触及零部件的判定来检验是否合格。

6.6.3 供绞合导体用的可触及端子

a) 供绞合导体用的可触及端子其设置的位置或采用的防护应确保在不同极性的危险带电零部件之间，或这种零部件与其他可触及零部件之间，即使绞合导体的一根脱离端子也不会存在偶然接触的危险。除非不会存在偶然接触的危险是显而易见的（显而易见是更为可取的），否则可触及端子应标有标志，来表示它们是否能与可触及导电零部件相连（见 5.1.5.1c）。先剥去 8mm 长的绝缘，使绞合导线中的一根自由活动，然后在完全插入绞合导线后，通过目视检查来检验是否合格。绞合导线中的一根在不向后撕开绝缘，或在不围绕挡板锐弯的情况下，以任何可能的方向弯曲时，不得接触到不同极性的零部件或其他可能触及零部件。

b) 承载危险带电电压或电流的电路的可触及端子，其固定、安装或设计应确保使这些端子在拧紧、松开时，或在进行连接时不会出现松动。

通过手动试验和目视检查来检验是否合格。

6.7 电气间隙和爬电距离

电气间隙和爬电距离在 6.7.1～6.7.3 中作出规定，以使能承受在单元预定要接入的系统上出现的过电压。对电气间隙和爬电距离也考虑了额定环境条件和单元中安装的或制造商说明书中要求的保护装置。

对内部无空隙的模制零部件，包括对多层印制电路板的内部各层，没有电气间隙和爬电距离的要求。

通过目视检查和测量来检验是否合格。在确定可触及零部件的电气间隙和爬电距离时，绝缘外壳的可触及表面被认为如同在能用标准试验指（见附录 B）触及到的该可触及表面任何地方包有金属箔那样是导电的。

6.7.1 一般要求

6.7.1.1 电气间隙

电气间隙被规定成要承受可能在电路中出现的，由外部事件（例如雷击或开关过渡过程）引起的，或者由单元运行引起的最大瞬态过电压。如果瞬态过电压不可能发生，则电气间隙按最大工作电压来规定。

电气间隙值取决于：

a) 绝缘类型（基本绝缘，加强绝缘等）；

b) 电气间隙的微环境污染等级。

在所有情况下，污染等级 2 的最小电气间隙为 0.2mm，污染等级 3 的最小电气间隙为 0.8mm。

如果单元被规定成能在高于 2000m 的海拔高度上工作，则其电气间隙要乘以从表 3 查得的系数，该系数不适用于爬电距离，但是爬电距离始终应至少等于电气间隙的规定值。

表3 海拔 5000 内的电气间隙倍增系数

额定工作海拔高度 m	倍增系数
≤2000	1.00
2001～3000	1.14
3001～4000	1.29
4001～5000	1.48

6.7.1.2 爬电距离

对于两电路之间的爬电距离，要使用施加在两个电路之间的绝缘上的实际工作电压。爬电距离采用线性内插值是允许的。爬电距离始终应至少等于电气间隙的规定值，如果计算所得的爬电距离小于电气间隙，则爬电距离应加大到电气间隙的数值。

对其涂层满足 GB/T16935.3 的 A 类涂层要求的印制线路板，使用污染等级 1 的数值。

对加强绝缘，爬电距离应是基本绝缘规定值的两倍。

就本条而言，材料按其 CTI（相比漏电起痕指数）值被分为四个组别，如下：

材料组别Ⅰ　600≤CTI

材料组别Ⅱ　400≤CTI<600

材料组别Ⅲa　175≤CTI<400

材料组别Ⅲb　100≤CTI<175

上面的 CTI 值是指按 GB/T 4207 的规定，在为此目的专门制备的样品上，用溶液 A 来试验所获得的数值。

对玻璃、陶瓷或其他不产生漏电起痕的无机绝缘材料，爬电距离无需大于其相关的电气间隙。

附录 E 规定了能用于减小污染等级的方法。

爬电距离按附录 C 的规定测量。

6.7.2 电网电源电路

电气间隙和爬电距离应满足表 4 的规定值

表4 电网电源电路的电气间隙和爬电距离

相线-中线电压交流有效值V	电气间隙数值(见注1)mm	爬电距离数值/mm								
		污染等级1		污染等级2				污染等级3		
		印制线路板CTI≥100	所有材料组别CTI≥100	印制线路板CTI≥100	材料组别Ⅰ CTI≥600	材料组别Ⅱ CTI≥400	材料组别Ⅲ CTI≥100	材料组别Ⅰ CTI≥600	材料组别Ⅱ CTI≥400	材料组别Ⅲ CTI≥100
>50～≤100	0.1	0.1	0.25	0.16	0.71	1.0	1.4	1.8	2.0	2.2
>100～≤150	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1.1	1.6	2.0	2.2	2.5
>150～≤300	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.1	3.0	3.8	4.1	4.7
注：所规定的数值是针对基本绝缘或附加绝缘的，对加强绝缘的数值是两倍基本绝缘的数值。										

6.7.3 除电网电源电路以外的电路

6.7.3.1 电气间隙数值——一般要求

对除电网电源电路以外的电路，其电气间隙应符合表5规定的数值。

表5 除电网电源电路以外的电路的电气间隙

工作电压/V	电气间隙/mm		
交流有效值或直流值	电网电源电压 U≤100V 额定脉冲电压	电网电源电压 100V＜U≤150V 额定脉冲电压	电网电源电压 150V＜U≤300V 额定脉冲电压
50	0.05	0.12	0.53
100	0.07	0.13	0.61
150	0.10	0.16	0.69
300	0.24	0.39	0.94
600	0.79	1.01	1.61
1 000	1.66	1.92	2.52

6.7.3.2 爬电距离数值

表6给出与工作电压有关的爬电距离值。

表6　爬电距离

工作电压，有效 值或直流	基本绝缘或附加绝缘								
	印制线路板上		其他电路						
	污染等级		污染等级						
	1	2	1	2			3		
	材料组别			材料组别			材料组别		
	III b mm	III a mm	mm	I mm	II mm	IIIa-b mm	I mm	II mm	IIIa-b mm
10	0.025	0.04	0.08	0.40	0.40	0.40	1.00	1.00	1.00
12.5	0.025	0.04	0.09	0.42	0.42	0.42	1.05	1.05	1.05
16	0.025	0.04	0.10	0.45	0.45	0.45	1.10	1.10	1.10
20	0.025	0.04	0.11	0.48	0.48	0.48	1.20	1.20	1.20
25	0.025	0.04	0.125	0.50	0.50	0.50	1.25	1.25	1.25
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53	1.3	1.3	1.3
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.80	1.10	1.4	1.6	1.8
50	0.025	0.04	0.18	0.60	0.85	1.20	1.5	1.7	1.9
63	0.040	0.063	0.20	0.63	0.90	1.25	1.6	1.8	2.0
80	0.063	0.10	0.22	0.67	0.95	1.3	1.7	1.9	2.1
100	0.10	0.16	0.25	0.71	1.00	1.4	1.8	2.0	2.2
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4
160	0.25	0.40	0.32	0.80	1.1	1.6	2.0	2.2	2.5
200	0.40	0.63	0.42	1.00	1.4	2.0	2.5	2.8	3.2
250	0.56	1.0	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4.0
320	0.75	1.6	0.75	1.60	2.2	3.2	4.0	4.5	5.0
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

注 1：对高于 630V 污染等级 3 的应用场合不推荐材料组别 IIIb。

注 2：允许使用爬电距离的内插值。

6.8　介电强度试验程序

6.8.1　参考试验地

参考试验地是电压试验的参考点，它是下面的一个或一个以上的零部件，如果是一个以上的零部件则要将它们连接在一起：

a) 任何保护导体端子或功能接地端子；

b) 任何可触及导电零部件，但对因未超过 6.3.1 的规定值而允许触及的任何带电零部件除外。这种带电零部件要连接在一起，但不构成参考试验地的一部分。

c) 外壳的任何可触及绝缘部分，在除端子以外的每一个地方要包上金属箔。从金属箔到端子的距离要不大于 20mm，该距离要达到能防止飞弧的最小值；

d) 控制件上由绝缘材料制成的可触及零部件，包上金属箔或压上软导电材料。

6.8.2　潮湿预处理

在 6.8.4 的电压试验前，单元要进行潮湿预处理，在预处理期间单元不工作。

如果 6.8.1 要求包上金属箔，则要在完成潮湿预处理和恢复后包上金属箔。

能手动拆除的电气元器件、盖子及其他零部件要拆除，并与主机一起进行潮湿预处理。

预处理要在潮湿箱中进行，箱内空气相对湿度为 92.5％±2.5％。箱内空气温度保持在 40℃±2℃。

在加湿之前，单元要处在 42℃±2℃环境中。通常在进行潮湿预处理前，将其保持在该温度下至少 4h。

箱内的空气要搅动，且箱子的设计要使得凝露不致滴落在单元上。

单元在箱内保持 48h，取出单元后，在 4.3.1 规定的环境条件下恢复 2h，

6.8.3　试验的实施

6.8.4 规定的试验要在潮湿处理后恢复时间结束时的 1h 内进行和完成。试验期间单元不工作。

如果在两个电路之间或某个电路与某个可触及导电零部件之间彼此是相连的或不隔离的，则在它们之间不进行电压试验。

与被试绝缘并联的保护阻抗和限压装置要断开。

在组合使用两个或两个以上保护装置的情况下（见 6.5 和 6.6.1），对双重绝缘和加强绝缘所规定的电压就可能会加在不必承受这些电压的电路零部件上。为了避免出现这种情况，这样的零部件在试验期间可以断开，或者对要求双重绝缘或加强绝缘的电路零部件可以分开进行试验。

6.8.4　电压试验

进行电压试验要采用表 7 的规定值，不得出现击穿或重复飞弧。电晕效应和类似现象可忽略不计。

对固体绝缘，交流试验和直流试验是可任选其一的试验方法。绝缘只要通过这两种试验之一即可。在进行试验时，电压要在 5s 或 5s 以内逐渐升高到规定值，使电压不出现明显的跳变，然后保持 5s。

为了简便可以选择交流试验，或为了避免容性电流可以选择直流试验，或者为了减小元器件的功耗可以选择脉冲试验。

脉冲试验是 GB/T16927 规定的 1.2/50μs 的试验，每一极性至少三个脉冲，间隔时间至少 1s。如果是选择交流试验或直流试验，则对交流试验，试验的持续时间至少应为三个周期，或者对直流试验，则应为每一极性 10ms 持续时间的三倍。

双重绝缘或加强绝缘的试验值是表 7 中对基本绝缘试验值的 1.6 倍。

注 1：在对电路进行试验时，可能难以将电气间隙的试验和对固体绝缘的试验分开进行。

注 2：试验设备的最大试验电流通常要加以限制，以避免由于试验而发生危险以及由于试验不合格而损坏设备。

注 3：试验后要注意释放储存的能量。

表7　基本绝缘的试验电压

电气间隙 mm	脉冲试验 的峰值电压 1.2/50μs V	交流电压有效值 (50/60Hz) V	交流电压峰值(50/60Hz)或直流电压 V
0.010	330	230	330
0.025	440	310	440
0.040	520	370	520
0.063	600	420	600
0.1	806	500	700
0.2	1140	620	880
0.3	1310	710	1010
0.5	1550	840	1200
1.0	1950	1060	1500
1.4	2440	1330	1880
2.0	3100	1690	2400
2.5	3600	1960	2770
3.0	4070	2210	3130
3.5	4510	2450	3470
4.0	4930	2680	3790

6.9　防电击保护的结构要求

6.9.1　概述

如果发生故障时可能会导致危险，则应采取下列措施：

a)　对承受机械应力的导线连接的固定不得仅依靠焊接；

b)　对固定可拆卸的盖子的螺钉，若其长度已确定可触及导电零部件与危险带电零部件间的电气间隙或爬电距离，则该螺钉应是不脱落的螺钉；

c)　导线、螺钉等的意外松动或脱落不得使可触及零部件成为危险带电。

下列材料不得用来作为安全目的的绝缘：

1)　容易受到损坏的材料（如漆、瓷釉、氧化层、阳极氧化膜）；

2)　未浸渍的吸湿性材料（如纸、纤维制品和纤维材料）。

通过目视检查来检验是否合格。

6.9.2　双重绝缘或加强绝缘的外壳

全部用双重绝缘或加强绝缘防护的单元应有一个包围所有金属零部件的外壳,如果诸如铭牌、螺钉或铆钉之类的小金属零件已用加强绝缘或等效方法与危险带电零部件隔离，则这一要求不适用。

由绝缘材料制成的外壳或外壳零部件应满足双重绝缘或加强绝缘的要求。

由金属制成的外壳或外壳零部件，除使用了保护阻抗的零部件外，应对其采用下述的措施之一：

a)　在外壳的内侧提供绝缘涂层或挡板，该涂层或挡板应包围所有的金属零部件，以及包围当危险带电零部件松脱可能会使其接触到外壳的金属零部件的所有空间；

b)　确保外壳与危险带电零部件之间的电气间隙和爬电距离不会因为零部件或导线的松脱而减小到小于对基本绝缘的规定值。

对具有锁紧垫圈的螺钉或螺母不认为是易于发生松动的,对用机械方法进行固定的而不只是单独用焊接方法固定的导线也不认为是易于发生松动的。

通过目视检查和测量以及通过6.8的试验来检验是否合格。

6.10　与电网电源的连接和设备零部件之间的连接

6.10.1 电源线

单元本身不提供电源线。在安装使用说明书中明确：

a)电源线应符合相关规范；

b)电源线的额定值应与设备的最大电流相适应。

通过目视检查来检验是否合格。

6.10.2 插头与连接器

a) 将单元连接到电网电源上的插头和连接器，包括用来连接可拆卸的电源线的器具耦合器，均应当符合插头、插座和连接器的相关规范。

b) 如果单元是设计成在正常条件或单一故障条件下仅由低于6.3.2a）规定值的电压供电，或者是用一个电源单独为其供电，则电源线的插头应当不能插入其电压高于设备额定电源电压的电源系统的插座中。电网电源类型的插头和插座不得作为连接电网电源以外的其他用途。

c) 如果软线连接的设备，其插头的插销从内部电容器接收电荷，则在断开电源后5s，插销不得危险带电。

d) 在装有辅助电源插座的设备上：

1） 如果该插座能插入标准电源插头，则应当标有符合5.1.3e）规定的标志；

2） 如果该插座上具有供保护接地导体用的端子接触件，则设备的输入电源的连接应当包括与保护导体端子连接的保护接地导体。

通过目视检查来检验是否合格。对从内部电容器接收电荷的插头，要进行6.3规定的测量来确定是否超过6.3.1c)的规定值。

6.11 供电电源的断开

单元本身不带供电电源的断开装置,应在安装使用说明书中明确需要责任者提供辅助的断开装置。

通过目视检查来检验是否合格。

7 防机械危险

在正常条件下或单一故障条件下操作不得导致机械危险。

单元外壳上所有易于接触到的边缘、凸起物、拐角、开孔、挡板、把手等应光滑圆润，避免在正常使用设备时造成伤害。

8 耐机械冲击和撞击

8.1 概述

当单元承受在正常使用时可能遇到的冲击和碰撞时不得引起危险。单元应具有足够的机械强度，元器件应可靠地固定且电气连接应是牢固的。

通过进行 8.2 的外壳刚性试验来检验是否合格。试验期间单元不工作。对不构成外壳一部分的零部件不进行 8.2。

试验完成后，单元应能通过 6.8 的电压试验（但不进行潮湿预处理），并且用目视检查来检验：

a) 危险带电零部件是否变成可触及；

b) 外壳是否出现可能会引起危险的裂纹；

c) 电气间隙是否小于允许值，内部导线的绝缘是否受到损伤；

d) 是否出现可能会引起火焰蔓延的损坏。

饰面的损坏，不会使爬电距离或电气间隙减小到小于本部分规定值的小凹痕，以及对防电击或防潮不会带来不利影响的小缺口可忽略不计。对不构成外壳一部分的任何零部件的损坏可忽略不计。

8.2 外壳的刚性试验

单元要牢固地固定在刚性支撑面上并承受 30N 的力，力通过直径 12mm 硬棒上的半球面端部来施加。该硬棒应施加在当准备使用单元时其可触及的以及其变形可能会引起危险的外壳的每一部分。

如果对非金属外壳在高温下是否能通过本试验有怀疑，则单元要在 40℃的温度下，或在最高额定温度下（如果该温度更高）工作，直至达到稳定状态后再进行本试验。在进行本试验前要先断开单元的供电电源。

9 防止火焰蔓延

在正常条件下或单一故障条件下，火焰不得蔓延到单元的外面。图3是说明符合性检验方法的流程图。

至少采用下列的一种方法来检验是否合格。

a) 进行可能会导致火焰蔓延到单元外面的单一故障条件（见4.4）下的试验。试验结果应满足4.4.4.3的符合性判据；

b) 按9.1的规定检验是否消除或减少单元内的引燃源；

c) 按9.2的规定检验能否在一旦出现着火，火焰被控制在单元内。

注：方法b)和c)是基于执行了规定的设计准则，相反，方法a)则是完全依靠单一故障条件下的试验。

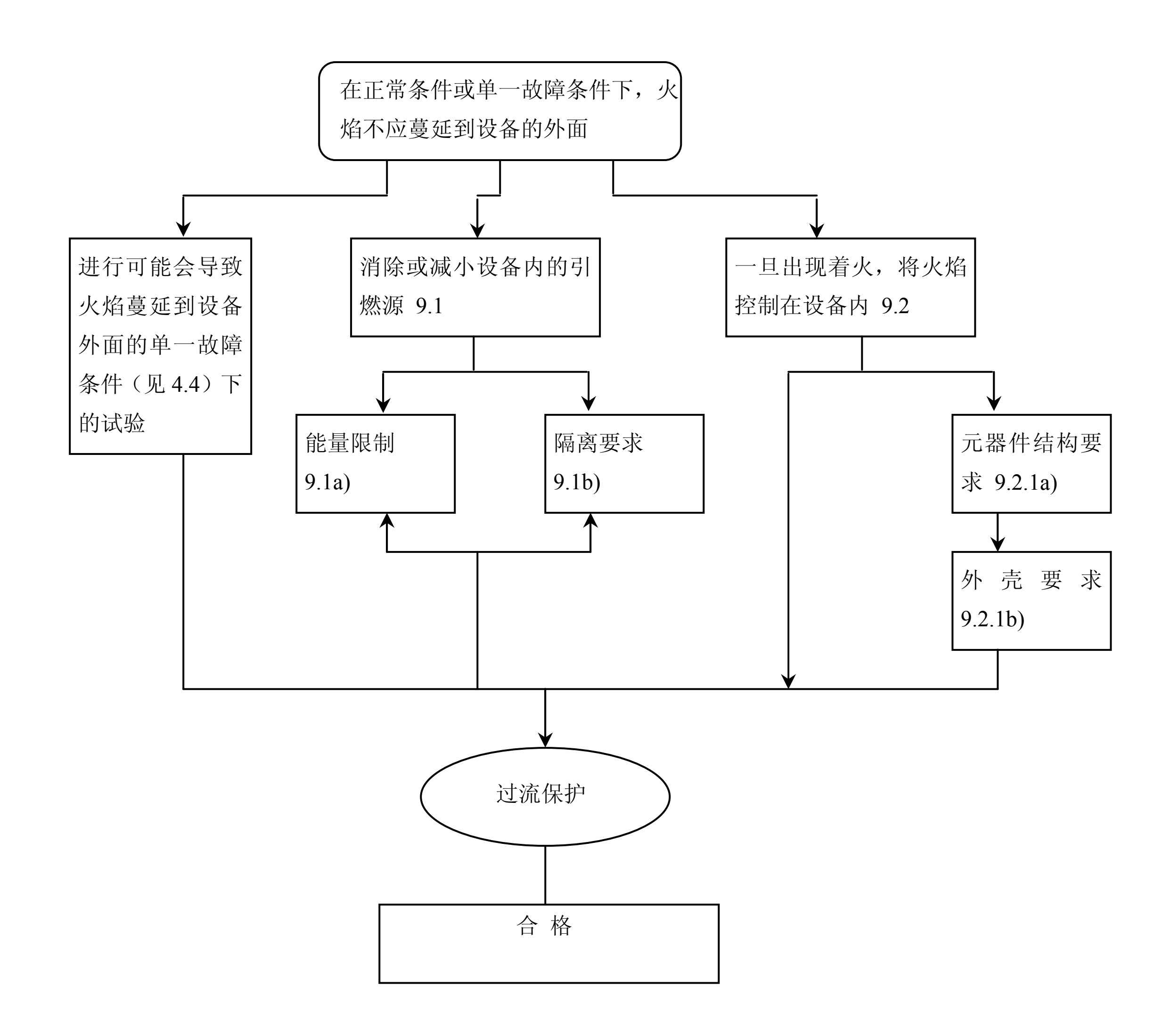


图3 说明防止火焰蔓延要求的流程图

9.1 消除或减少单元内的引燃源

注：对单元中不能被划分成限能电路（见 9.3）的所有电路被认为是着火的引燃源，在这种情况下采用 9a）方法或 9c）方法。

就每一个引燃源的引燃危险而言，如果满足下列要求，则认为引燃危险和着火出现率已被减小到允许的水平。

或者a），或者b）

a)按9.3的规定，限制单元的电路或零部件可获得的电压、电流和功率；

按9.3的规定,通过测量受限制的能量值来检验是否合格；

b)不同电位的零部件之间的绝缘满足基本绝缘的要求，或能证明桥接绝缘不会导致引燃。

通过目视检查，如有怀疑，通过试验来检验是否合格。

9.2 一旦出现着火，将火焰控制在单元内

如果单元满足下列的结构要求，则认为火焰蔓延到单元外面的危险已被减小到允许的水平。

单元和单元的外壳符合9.2.1的结构要求 。

通过目视检查以及按9.2.1的规定来检验是否合格。

9.2.1 结构要求

应符合下列结构要求。

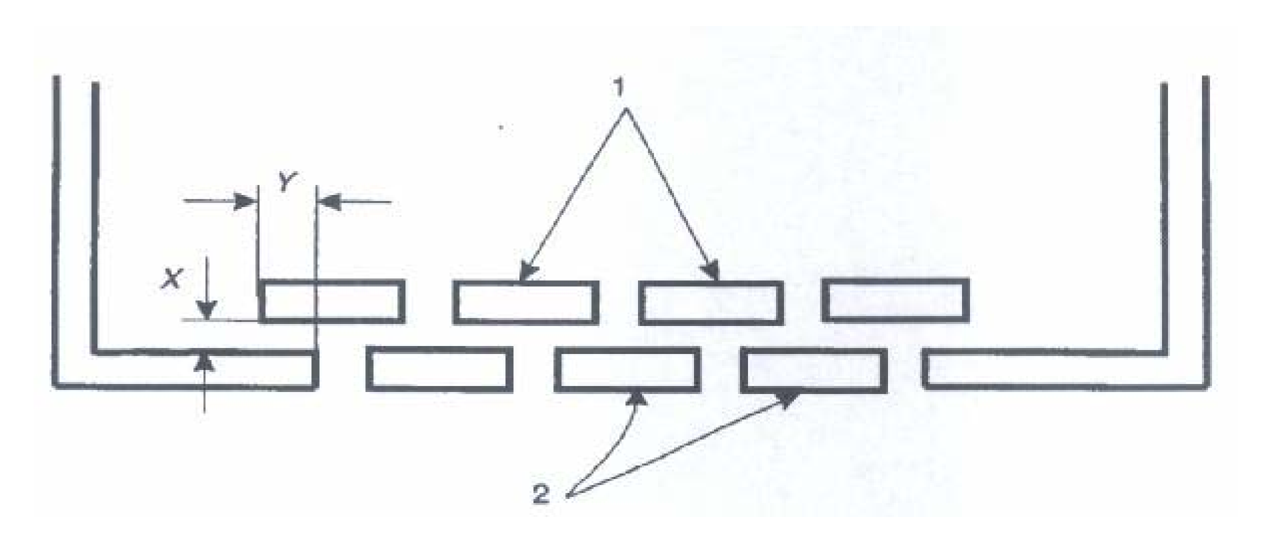
a) 绝缘导线应具有相当于 GB/T 11020 规定的V-1 或更优的可燃性等级。连接器和安装元器件的绝缘材料应具有 GB/T 11020 规定的V-2 或更优的可燃性等级（又见14.4印制板的要求）；通过检查有关材料的数据，或对相关零部件的三个样品进行GB/T 11020规定的V燃烧试验，来检验是否合格。样品可以是下列规定的任何一种样品：
   1) 整个零部件；
   2) 零部件的截取部分，要包含有壁厚最薄的和有任何通风孔的部分；
   3) 符合GB/T 11020的样品。

b) 外壳应符合下列要求：
   1) 外壳底部应无开孔,或应在图5规定的范围内装有符合图4规定的档板,或应用金属材料制成，开孔符合表8的规定，或应是金属隔离网，其网眼中心距不超过2mm×2mm，金属丝直径至少为0.45mm。
   2) 外壳侧面包含在图5斜线C区域范围不得开孔；
   3) 外壳应用金属（镁除外）材料制成，或者用可燃性等级为GB/T11020 规定的V-1或更优的非金属材料制成；
   4) 外壳应具有足够的刚性，见8.2。

通过目视检查检验是否合格。如有怀疑，要求b）3）的可燃性等级按照a）中的要求进行检验。

表8　外壳底部允许的开孔

最小厚度 mm	开孔的最大直径 mm	开孔的最小中心距 mm
0.66	1.14	1.70（233 个孔/645 mm^2 ）
0.66	1.19	2.36
0.76	1.15	1.70
0.76	1.19	2.36
0.81	1.91	3.18（72 个孔/645 mm^2 ）
0.89	1.90	3.18
0.91	1.60	2.77
0.91	1.98	3.18
1.00	1.60	2.77
1.00	2.00	3.00

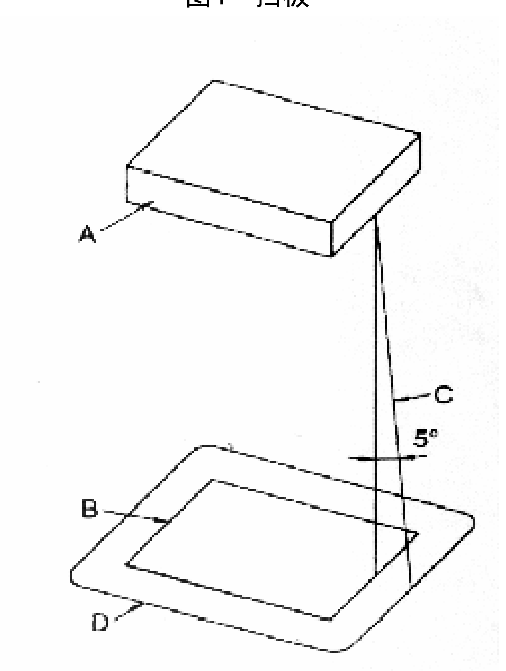


Y=2*X* 但不小于 25 ㎜

1——挡板（可以位于外壳底部的下面）；

2——外壳底部

图4 挡板



A——被认为是危险着火源的单元的零部件和元器件。如果它是未另外防护的，或者是用其外壳进行局部防护的元器件的未防护部分，则该零部件和元器件包括单元的整个零部件和元器件。

B——A 的轮廓线在水平面上的投影。

C——斜线，用来划出结构要符合 9.2.1b)1)和 9.2.1b)2)规定的外壳底部和侧面的最小区域。该斜线围绕 A 的周边的每一点，以及相对于垂线呈 5° 夹角投射，其取向要确保能划出最大的面积。

D——结构要符合 9.2.1b)1)规定的底部的最小区域。

图5 结构要符合 9.2.1b)1)规定的外壳底部的区域

9.3 限能电路

限能电路是符合下列所有判据的电路：

a) 出现在电路中的电位不大于 30V 有效值和 42.4V 峰值，或者直流 60V。

b) 用下列之一的方法来限制能出现在电路中的电流：

1) 由自身限制或用阻抗限制最大可获得电流，使其不会超过表 9 的相关规定值；

2) 用符合表 10 规定的过流保护装置限制电流；

3) 用调节网络限制最大可获得电流，使其在正常条件下或在调节网络中出现的单一故障条件下不会超过表 9 的相关规定值。

c) 至少采用基本绝缘与会产生超过上述判据 a)和 b)的能量值的其他电路隔离。

如果使用过流保护装置，则该过流保护装置应是某种熔断器或某种不可调的非自复位机电装置。

通过目视检查，以及在下列条件下，通过测量出现在电路中的电位、最大可获得电流来检验是否合格：

1) 在使电压达到最大的负载条件下测量出现在电路中的电位；

2) 加上能产生最大电流值的阻性负载（包括短路），在工作 60s 后测量输出电流。

表9 最大可获得电流值的限值

开路输出电压 U/V			最大可获得电流/A
AC 有效值	DC	峰值（见注）	
U≤20 20＜U≤30 -	U≤20 20＜U≤30 30＜U≤60	U≤28.3 28.3＜U≤42.4 -	8 8 150/U
注：峰值适用于非正弦波形的交流电和纹波超过 10%的直流电。			

表10 过流保护装置

出现在电路中的电位 U/V			过流保护装置在不大于 120s 后断开的电流/A（见注 2 和注 3）
AC 有效值	DC	峰值（见注 1）	
U≤20 20＜U≤30	U≤20 20＜U≤60	U≤28.3 28.3＜U≤42.4	10 200/U
注 1：峰值适用于非正弦波形的交流电和纹波超过 10%的直流电。 注 2：该评估值是基于所规定的保护装置的时间－电流分断特性，与额定分断电流是有区别的（例如 ANSⅠ/UL 248-14 的 5A 熔断器，规定为 10A 和 10A 以下在 120s 熔断，而 GB 9364 的 T 型 4A 熔断器，规定为 8.4A 和 8.4A 以下在 120s 熔断。） 注 3：熔断器的分断电流与温度有关，如果熔断器的环境温度明显高于室温，则温度的影响就必须加以考虑。			

9.4 过流保护

与电网电源连接的单元应用熔断器、断路器、热切断器、阻抗限制电路或类似装置来进行保护，防止单元出现故障时从电网获得过大的能量。这种保护是要限制故障的进一步发展以及着火和火焰蔓延的可能性。过流保护装置也能在故障情况下提供防电击保护。

过流保护装置不得装在保护导线上。

注：过流保护装置（例如熔断器）最好要装在所有供电导线上。如果使用多个熔断器作过流保护装置，则熔断器座应彼此靠近安装，这些熔断器应具有相同的额定值和特性。过流保护装置，包括电源开关最好要装在单元中的电网电源电路的供电一侧。已认识到，在产生高频的设备中，还需要在电网电源与过流保护装置之间装

上干扰抑制元件。

单元中的过流保护装置是可以任选的，如果不安装过流保护装置，则制造厂说明书应规定在外部设施中要求过流保护装置。

通过目视检查来检验是否合格。

10 设备的温度限值和耐热

10.1 对防灼伤的表面温度限值

在40℃的环境温度或最高额定环境温度下（如果温度更高），易接触表面的温度在正常条件下不得超过表11的规定值，或在单一故障条件下不得超过 105℃。

用防护装置来防护的，防止受到意外接触的表面不认为是易接触表面，只要该防护装置不用工具就不能被拆除即可。

表11 正常条件下的表面温度限值

零部件	限值/℃
1、 外壳的外表面	
a) 金属的	70
b) 非金属的	80
c) 正常使用时不可能被接触的小区域	100
2、 旋钮和手柄	
a) 金属的	55
b) 非金属的	70
c） 在正常使用时仅被短时间抓握的非金属零部件	85

按 10.4的规定通过测量，以及通过目视检查防护装置是否能防止意外接触表面，温度是否超过表11的规定值和是否不用工具就不能拆除来检验是否合格。

10.2 绕组温度

如果因温度过高可能会导致危险，则绕组绝缘材料的温度在正常条件下或单一故障条件下不得超过表12的规定值。

在正常使用条件下和单一故障条件下，以及在由于温度过高可能导致危险的任何其他单一故障条件下，按10.4的规定，通过测量来检验是否合格。

表12 绕组的绝缘材料

绝缘等级 （见 GB/T 11021）	正常条件 ℃	单一故障条件 ℃
A	105	150
B	130	175
E	120	165
F	155	190
H	180	210

10.3 其他温度的测量

就其他条款而言，如果适用，则要进行下列其他温度的测量。除另有规定外，试验要在正常条件下进行。

a） 在进行 10.5.1 的试验时，测量非金属外壳的温度（建立供 10.5.2 的试验用的基础温度）；

b） 用来支撑与电网电源连接的，且用绝缘材料制成的零部件的温度（建立供 10.5.3 的试验 a）用的温度）；

10.4 温度试验的实施

单元应在基准试验条件下进行试验。除了另行规定特殊的单一故障条件外，要遵守制造厂说明书有关通风的规定。

最高温度可以通过在基准试验条件下测量温升，然后将该温升值加上40℃，或加上最高额定环境温度（如果温度更高）来确定。

绕组绝缘材料的温度通过测量绕组的温度和与绝缘材料接触的铁芯片的温度来确定。可以采用电阻法来测量温度，也可以采用温度传感器来测量温度，温度传感器的选择和放置要使其对绕组温度的影响可忽略不计。如果绕组是不均匀的，或测量电阻有困难，则要采用后者的测量方法。

温度要达到稳定时测量。

单元要使用涂上无光黑色涂料的胶合板，按安装说明书的规定进行安装，胶合板厚度约10mm。

10.5 耐热

10.5.1 电气间隙和爬电距离的完整性

当单元在环境温度40℃或最高额定环境温度（如果温度更高）下工作时，其电气间隙和爬电距离应符合6.7的要求。

如果对单元是否产生大量的热量有怀疑，则要使设备在4.3的基准试验条件下，但环境温度为40℃或最高额定环境温度（如果温度更高），通过设备工作来进行检验。在本试验后，电气间隙和爬电距离不得减小到小于6.7的要求值。

如果外壳是非金属材料的，则要在上述为10.5.2的目的而进行试验时测量外壳零部件的温度。

10.5.2 非金属外壳

非金属材料的外壳应能耐高温。

在经过下列之一的处理后，通过试验来检验是否合格。

a) 非工作处理。单元不通电，在70℃±2℃或在比10.5.1的试验时测得的温度高10℃±2℃的温度下（取其较高的温度）贮存7h。如果单元装有用这种处理方法可能会受到损坏的元件,则可以对空外壳进行处理,然后在处理结束时装好单元。
b) 工作处理。单元在4.3的基准试验条件下工作，但环境温度要比40℃高20℃±2℃，或比最高额定环境温度（如果高于 40℃）高 20℃±2℃。

在经过处理后，危险带电零部件不得成为可触及，单元应能通过8.2的试验，以及如有怀疑，则再另外进行6.8的试验（但不进行潮湿预处理）。

10.5.3 绝缘材料

绝缘材料应有适当的耐热能力。

对用来支撑与电网电源连接的且用绝缘材料制成的零部件,应采用设备内一旦发生短路而不会导致危险的绝缘材料制成。

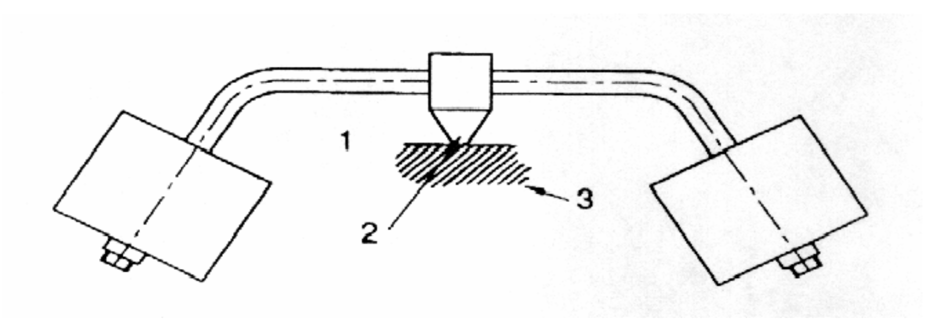
在有怀疑的情况下，通过检查材料的数据来检验是否合格。如果材料数据不能令人确信，则要进行下列之一的试验。

a) 采用至少2.5mm 厚的绝缘材料样品，用图6的试验装置来进行球压试验。试验在加热箱内进行，箱内温度为按10.3b）的规定测得的温度±2℃，或125℃±2℃，取其较高的温度。对被试零部件的支撑要确保使其上表面呈水平状态，然后使试验装置的球面部分以20N的力压在该表面上。1h后取下试验装置，并将样品浸入冷水中，使样品在10s内冷却到接近室温。由球体引起的压痕的直径不得超过2mm。

注 1：如有必要，可以使用零部件的两个或多个截取部分来获得所要求的厚度。

注 2：对骨架，仅支撑或保持端子在位的那些部分才需要进行该试验。

b) GB/T 1633的方法A的维卡软化试验。维卡软化温度至少应为130℃。



1——被试部分；

2——试验装置的球形部分；

3——支撑件

图6　球压试验装置

11　防液体危险

防液体危险不适用于本部分。

12　防辐射（包括激光源）、声压力和超声压力

防辐射（包括激光源）、声压力和超声压力不适用于本部分。

13　对释放的气体、爆炸和内爆的保护

对释放的气体、爆炸和内爆的保护不适用于本部分。

14　元器件

14.1　概述

如果涉及安全，则元器件应按其规定的额定值使用，除非已作出特定的例外规定。元器件应符合下列之一的要求：

a）某个相关的国家标准或IEC标准的适用的安全要求，不要求符合该元器件标准的其他要求。如果对应用有必要，则元器件应承受本部分的试验，但不需要再进行已在检验元器件标准符合性时完成的等同或等效的试验；

b）本部分的要求，以及如果对应用有必要，相关的国家标准或IEC元器件标准任何附加的适用的安全要求；

c）本部分的要求，如果无相关的国家标准或IEC标准；

d）某个非国家标准或IEC标准的适用的安全要求。这些适用的安全要求至少要与相关的国家标准或IEC 标准的适用的安全要求相当，只要该元器件已由经认可的检测机构按该非国家标准或IEC标准获得批准即可。

注：　即使试验采用非国家标准或IEC标准，只要试验已由经认可的检测机构完成并确认符合适用的安全要求就无需重新进行试验。

图7是表示符合性检验方法的流程图。

通过目视检查，以及如有必要，通过试验来检验是否合格。对变压器，如已经通过4.4.2.4适用的试验，则无需再进一步试验。

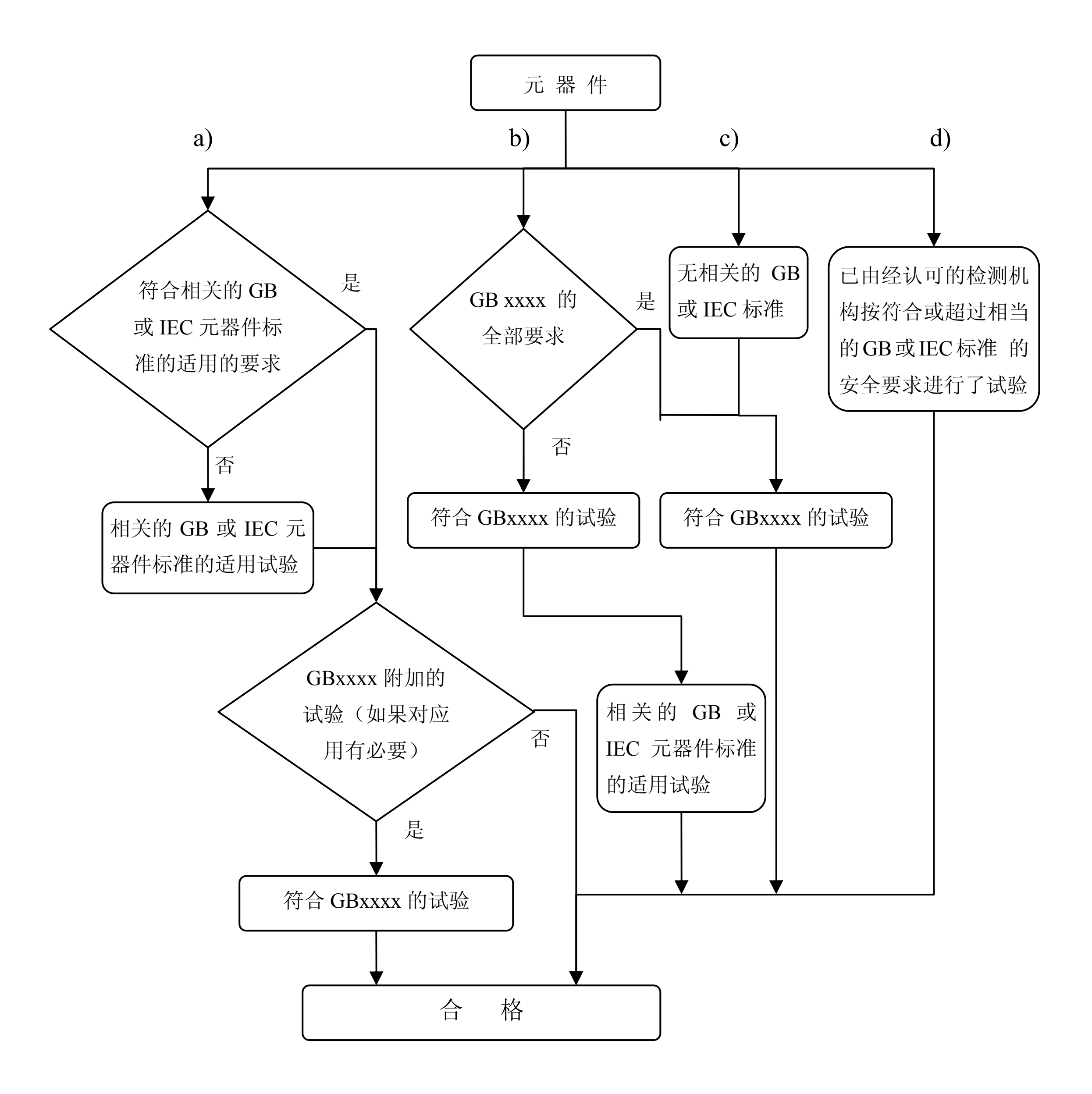


图7　符合性选项 11.1a)、b)、c）和 d）的流程图

14.2　电网电源选择装置

电网电源电压选择装置在结构上应做到不会意外发生将一个电压转换到另一个电压。电压选择装置的标志在 5.1.3d）中作出规定。

通过目视检查和手动试验检验是否合格。

14.3　高完善性元器件

如果在单一故障条件下，某个元器件的短路或开路可能会引起危险，则应使用高完善性元器件。高完善性元器件的结构、尺寸和试验均应符合适用的GB或IEC标准，以确保预期应用的安全和可靠。就本标准的安全要求而言，高完善性元器件可以认为是无故障的元器件。

注：这样的要求和试验的例子有：

a) 进行适用于双重绝缘和加强绝缘的介电强度试验；

b) 按至少两倍耗散功率选取尺寸（电阻器）；

c) 进行气候试验和耐久性试验以确保单元预期寿命期间的可靠性；

d) 对电阻器进行浪涌试验，见 GB 8898。

利用在真空、气体或半导体中电子传导的单个电子装置不认为是高完善性元器件。

通过进行相关的试验来检验是否合格。

14.4 印制线路板

印制线路板应采用可燃性等级为GB/T 11020 的 V-1 或更优的材料。

本要求不适用于包含有符合 9.3 要求的限能电路的薄膜挠性印制线路板。

通过检查材料的数据来检验可燃性额定值是否合格。另一种可供选择的方法是，在三个相关零部件的样品上，通过进行GB/T 11020规定的 V燃烧试验来检验是否合格。样品可以是下列规定的任一种样品：

a）完整的印制线路板；

b）印制线路板的截取部分；

c）符合 GB/T 11020 规定的样品。

14.5 用作瞬态过压限制装置的电路和元器件

如果在单元内采取对瞬态过压进行抑制的措施，则任何过压限制元器件或电路应承受表12中适用的脉冲承受电压，10个正极性脉冲和10个负极性脉冲，脉冲间隔时间最长为1min，脉冲由1.2/50 μs 脉冲发生器（见GB/T 16927）产生。该脉冲发生器应产生1.2/50μs的开路电压波形和8/20μs的短路电流波形，且输出阻抗（峰值开路电压除以峰值短路电流）应为12Ω。

试验电压与表13的规定值相同。

表13 脉冲承受电压

电网电源标称相线-中线电压/V (交流或直流)	规定的脉冲承受电压/V
50	500
100	800
150	1500
300	2500
600	4000
1000	6000

通过上面的试验来检验是否合格，试验后应没有过载迹象，或者不得出现元器件性能的劣变。

附 录 A

（规范性附录）

接触电流的测量电路

（见 6.3）

注： 本附录是以GB／T 12113 规定的测量接触电流的程序为基础的，该标准也规定了测试电压表的特性。

A.1 测量电路

用图 A.1 的电路测量电流，并用下面公式计算：

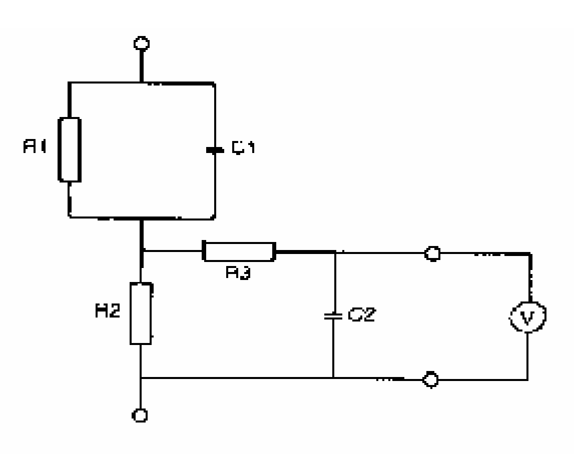
$$I = \frac{U}{500}$$

式中：

I——电流，单位为安培（A）；

U——电压表指示的电压，单位为伏特（V）。

该电路代表人体阻抗和补偿人体生理反应随频率的变化。



R1 = 1 500 Ω

R2 = 500 Ω

R3 = 10 kΩ

C1 = 0.22 μF

C2 = 0.022 μF

频率范围：15 Hz ~ 1 MHz

、电压表或示波器：输入电阻 ＞1 M Ω

输入电容 ＜200 pF

图 A1 测量电路

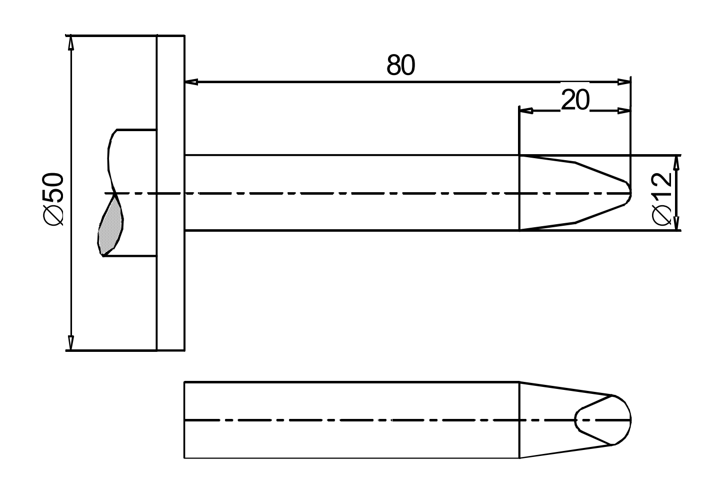
附　录　B

（规范性附录）

标准试验指

（见 6.2）

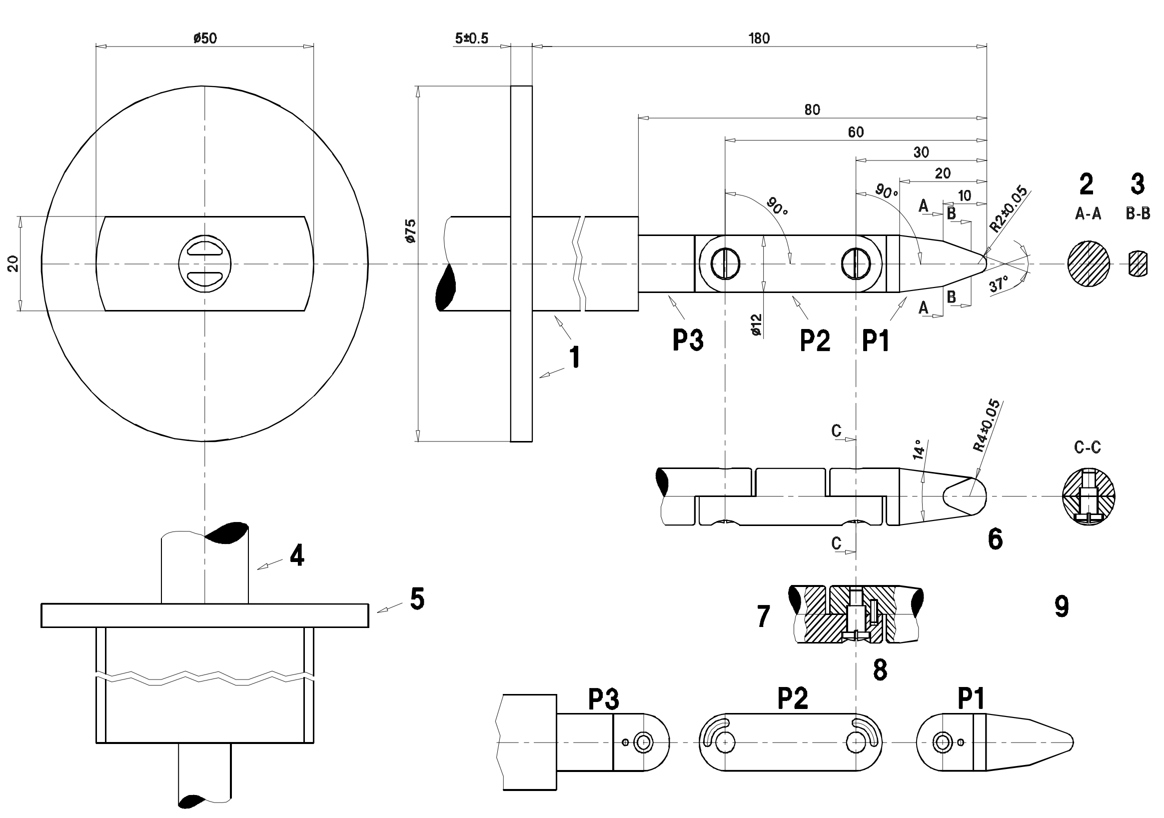
单位为毫米



指尖的尺寸和公差见图 B.2。

图 B.1 刚性试验指（GB/T 16842 的试具 11）

单位为毫米



1——绝缘材料；

2——AA 剖面；

3——BB 剖面；

4——手柄；

5——档板；

6——球形；

7——细节 X（示例）；

8——侧视图；

9——所有边缘倒角

未规定公差的尺寸的公差为：

——对角度：$^{0}_{-10'}$

——对线性尺寸：

≤25mm 时：$^{0}_{-0,05}$ mm

＞25mm 时：±0.2mm

试验指材料：经过热处理的钢材等。

该试验指的两个关节可以弯曲(90^{+10}_{0})°但是只可以在同一平面内弯曲。

为了使弯曲角度限制在90°，采用销和槽的解决办法仅仅是各种可能解决的途径之一。由于这一原因，所以图中未给出这些细节的尺寸和公差。实际设计应当保证 (90^{+10}_{0})° 的弯曲角。

图 B.2 铰接式试验指（GB/T 16842 的试具 B）

附 录 C

（规范性附录）

电气间隙和爬电距离的测量

例 1 至例 11 中规定的、适用于各种实例的沟槽宽度 X 按不同的污染等级规定如下。

下面的例子中规定的尺寸 X 有一个最小值，取决于表 C.1 给出的污染等级。

表 C.1 污染等级表

污染等级	尺寸 X 最小值/mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5

如果所涉及的电气间隙小于 3mm，则最小尺寸 X 可减小到该电气间隙的三分之一。

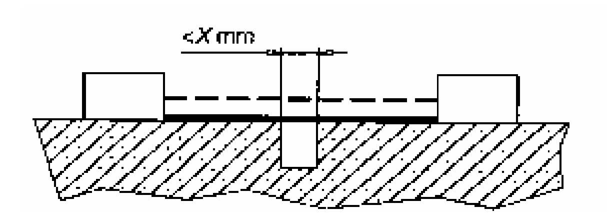
测量电气间隙和爬电距离的方法在下面例 1 至例 11 中说明。这些例子不区分裂缝和沟槽也不区分绝缘的类型。

需要做出以下一些假定：

a) 如果跨越沟槽的宽度大于或等于 X，爬电距离要沿沟槽的轮廓线进行测量（见例 2）。

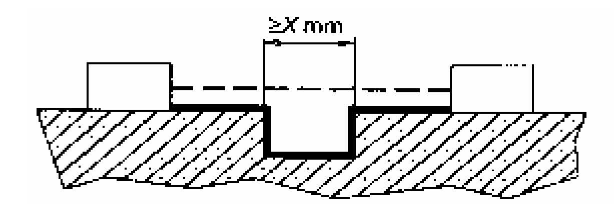
b) 假定任何凹槽桥接有一段长度等于 X 的绝缘连杆，而且桥接在最不利的位置（见例 3）。

c) 在相互间能处于不同位置的零部件之间测量电气间隙和爬电距离时，要在这些零部件处于最不利的位置测量。



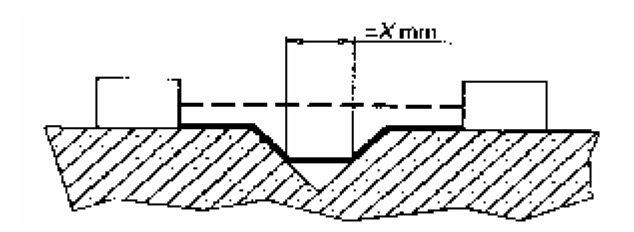
例 1 所测量的路径包含一条任意深度，宽度小于 X、槽壁平行或收敛的沟槽。

直接跨沟槽测量爬电距离和电气间隙。



例 2 所测量的路径包含一条任意深度，宽度等于或大于 X、槽壁平行的沟槽。

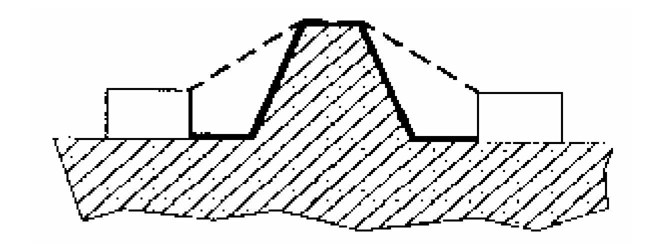
电气间隙就是“视线”距离。爬电距离是沿沟槽轮廓线伸展的通路。



例 3 所测量的路径包含一条宽度大于 X 的 V 形沟槽。

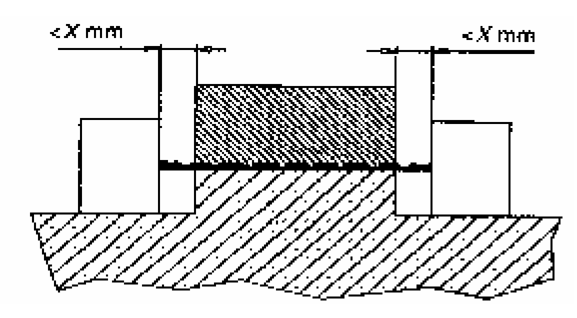
电气间隙就是“视线””距离。

爬电距离是沿沟槽轮廓线伸展的通路，但沟槽底部用长度为 X 的连杆““短接”。



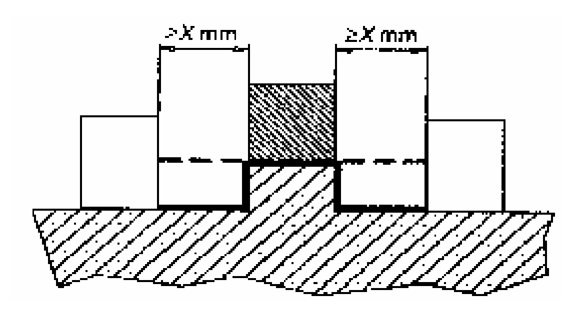
例 4 所测量的路径包含一根肋条。

电气间隙是越过肋条顶部最短直达空间通路。爬电距离是沿肋条轮廓线伸展的通路。



例 5 所测量的路径包含一条未粘合的接缝，该接缝的两侧各有一条宽度小于 X 的沟槽。

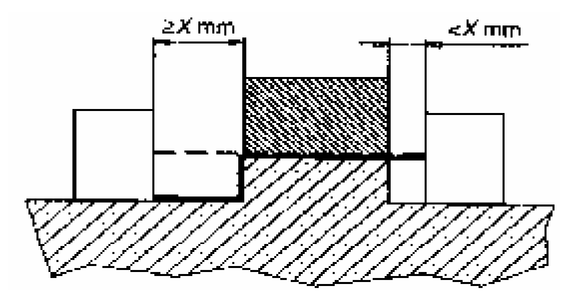
爬电距离和电气间隙是如图所示的““视线””的距离。



例 6 所测量的路径包含一条未粘合的接缝，该接缝的两侧各有一条宽度大于或等于 X 的沟槽。

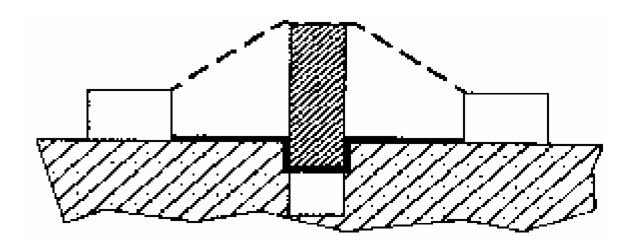
电气间隙是“视线””的距离。

爬电距离是沿沟槽轮廓线伸展的通路。



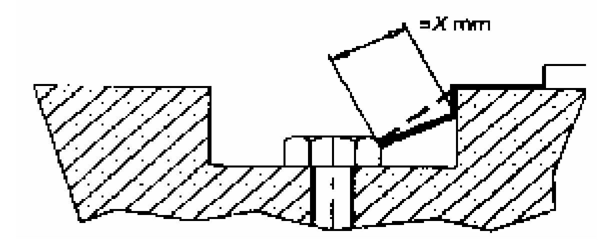
例 7 所测量的路径包含一条未粘合的接缝，该接缝的一侧有一条宽度小于 X 的沟槽，另一侧有一条宽度等于或大于 X 的沟槽。

爬电距离和电气间隙如图所示。

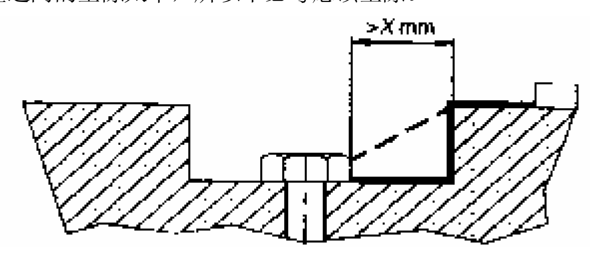


例 8 通过未粘合接缝的爬电距离小于越过挡板的爬电距离。

电气间隙是越过挡板顶部最短直达空间距离。

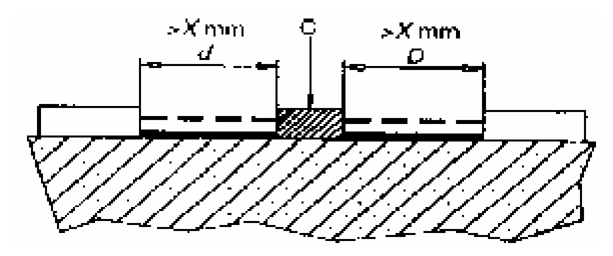


例 9 由于螺钉头与凹槽槽壁之间的空隙太窄，所以不必考虑该空隙。



例 10 由于螺钉头与凹槽槽壁之间的空隙足够宽，所以必须考虑该空隙。

当该空隙的距离等于 X 时，爬电距离的测量值就是从螺钉到槽壁的距离。



例 11C 为一浮地零部件。

电气间隙和爬电距离 $d + D$。

———— 爬电距离

– – – – – 电气间隙

图 C.1 电气间隙和爬电距离测量方法的例子

附　录　D

（规范性附录）

其间规定绝缘要求的零部件

（见 6.4 和 6.5.2）

下列符号在图 D.1 至 D.3 中用来表示：

a） 要求：

B　要求基本绝缘

D　要求双重绝缘和加强绝缘

b） 电路和零部件：

A　与保护导体端子不连接的可触及零部件；

H　正常条件下是危险带电的电路；

N　正常条件下不超过 6.3.2 限值的电路；

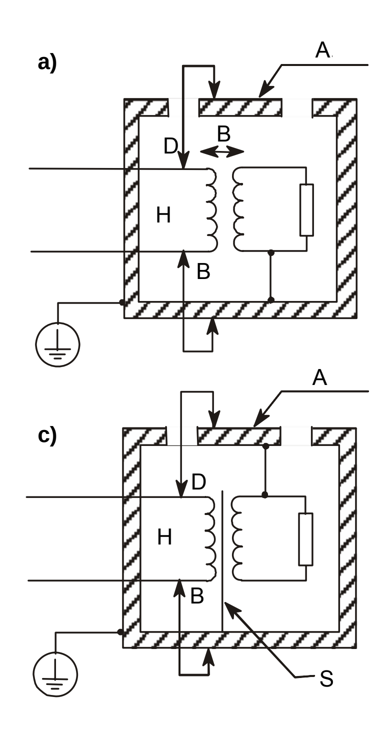
R　与基本绝缘组合形成保护阻抗的高阻抗[见 6.5.3c）]；

S　保护屏；

T　可触及的外部端子；

Z　次级电路的阻抗。

所给出的次级电路也可以被认为只是零部件。



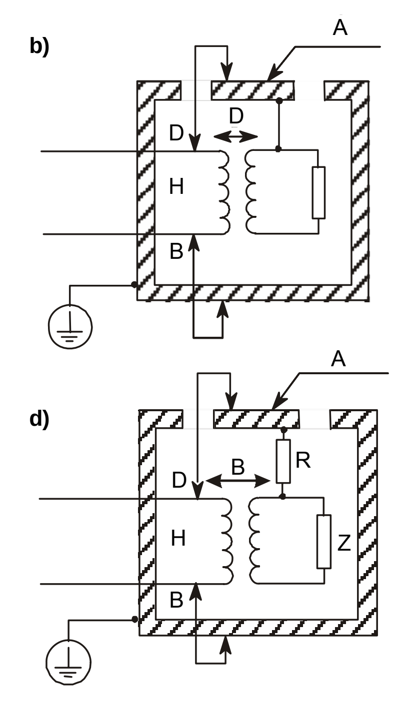


图 D.1a）至 D.1d） 危险带电电路与正常条件下不超过 6.3.2 限值且具有可触及零部件的外部端子的电路之间的防护

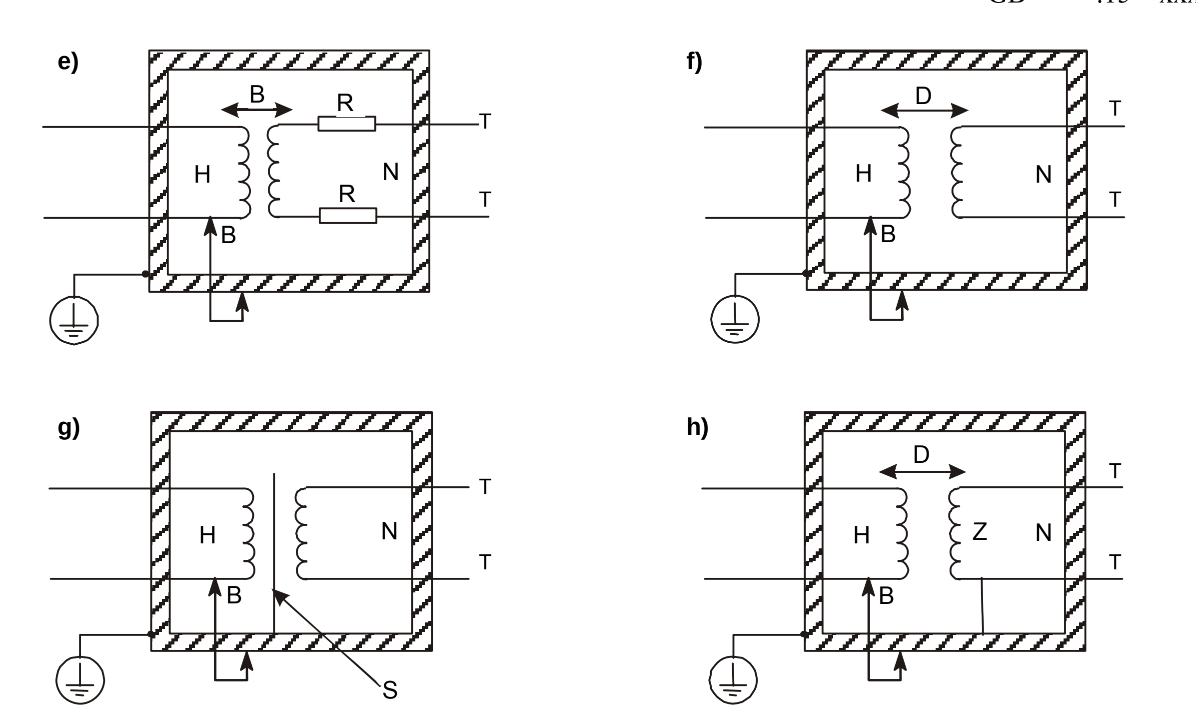


图 D.1e）至 D.1h） 危险带电电路与正常条件下不超过 6.3.2 限值、且具有外部端子的其他电路之间的防护

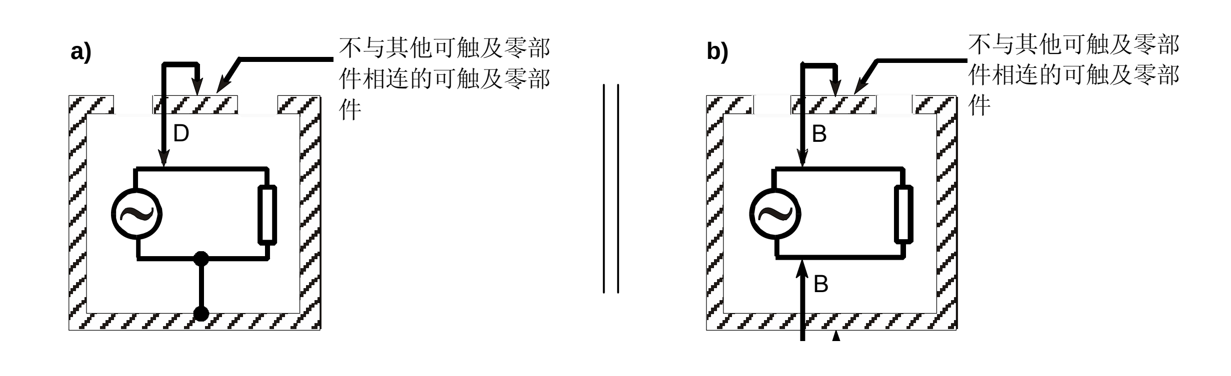


图 D.2a）和 D.2b） 不与其他可触及零部件相连的可触及件对内部危险带电电路的防护

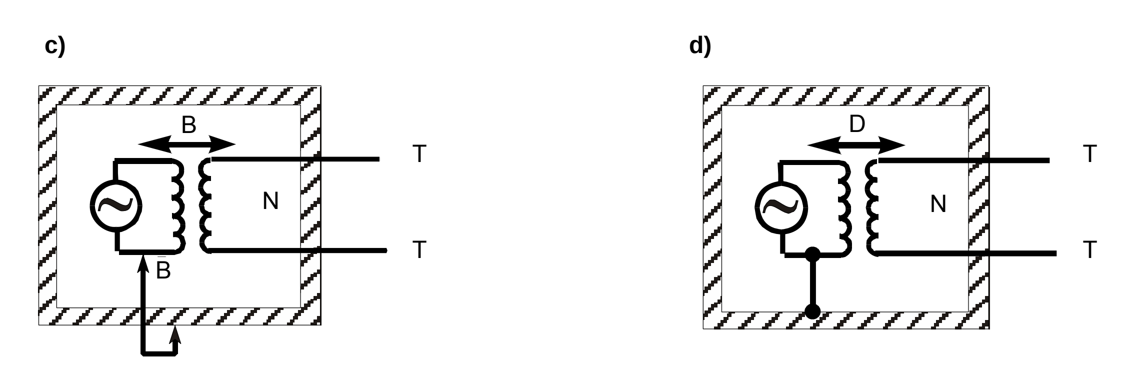


图 D.2c）和 D.2d） 正常条件下不超过 6.3.2 限值的次级电路的可触及端子对初级危险带电电路的防护

注： 注：图D.2c）和D．2d）所示的电路也可以有其他防护措施，例如保护屏、电路保护连接（见6．5．1）和保护阻抗（见6．5．3）。

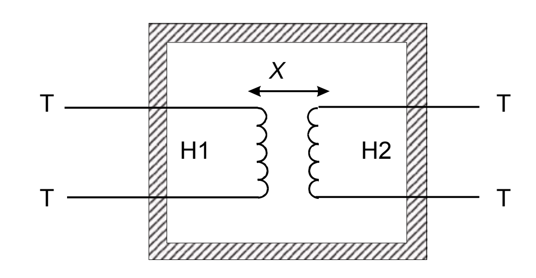


图 D.3 两个危险带电电路的外部可触及端子的防护

注：未与保护导体端子连接的可触及零部件和两个危险带电电路中任一电路之间的绝缘要求如图 D.1a）至 D.1d）所示。

X 的试验电压按下面最严酷的一种情况来确定：

B（基本绝缘）— 如果危险带电电路 H1 和危险带电电路 H2 两者是已连接好的，则试验电压根据电路之间的绝缘所承受的最高额定工作电压来确定；

D（双重绝缘）— 如果危险带电电路 H1 是已连接好的，危险带电电路 H2 的端子在进行连接时又是可触及的，则试验电压根据危险电路 H1 的绝缘所承受的最高额定工作电压来确定；

D（双重绝缘）— 如果危险带电电路H2是已连接好的，危险带电电路H1的端子在进行连接时是可触及，则试验电压根据危险电路H2的绝缘所承受的最高额定工作电压来确定。

附 录 E

（规范性附录）

污染等级的降低

表 E.1 给出了通过采用附加防护使内部环境污染等级的降低。

表 E.1 通过采用附加防护使内部环境污染等级的降低

附加防护	从外部环境污染等级 2 降至	从外部环境污染等级 3 降至
采用 GB 4208 的 IPX4 外壳	2	2
采用 GB 4208 的 IPX5 或 IPX6 外壳	2	2
采用 GB 4208 的 IPX7 或 IPX8 外壳	2（见注）	2（见注）
采用气密密封的外壳	1	1
采用连续加热	1	1
采用密封	1	1
采用使用涂层	1	2
注： 如果设备制造时已确保其内部是低湿度的，且说明书又规定，在打开外壳后再次合上外壳时，必须在湿度受控的环境中进行或者必须使用干燥剂，则污染等级就能降至1级。		

附　录 F

（规范性附录）

例　行　试　验

制造厂商对其生产的带有危险带电零部件和可触及导电零部件的设备应 100%的进行第 F.1～F.3 章的试验。

除非能清楚地表明其试验结果在后续的制造阶段是有效的，否则应使用完全组装好的设备来进行试验。进行试验时不得拆掉设备电线、改装或拆开设备，但是如果扣式盖子和摩擦紧固的旋钮对试验有影响，则应将其拆下。设备在试验期间不得通电，但其电源开关应置于通位。

设备不需要包上金属箔，也不需要进行潮湿预处理。

F.1 保护接地

在一端为器具输入插座的接地插销或插头连接式设备的电源插头的接地插销、或者永久性连接式设备的保护导体端子，以及另一端为6.5.1要求与保护导体端子相连的所有可触及导电零部件之间进行接地连续性试验。

注：对试验电流值不作规定。

F.2 电网电源电路

在一端为连接在一起的电网电源端子，以及另一端为连接在一起的所有可触及导电零部件之间，施加 6.8 规定的（但不进行潮湿预处理）对应于基本绝缘的试验电压。就本部分而言，预定要与其他设备的非带电的电路相连的任何输出端子的接触件被认为是可触及导电零部件。

试验电压应在 2s 内升至规定值，并至少保持 2s。

不得出现击穿或重复的飞弧，不考虑电晕效应和类似现象。

F.3 其他电路

在一端为连接在一起的在正常工作时能成为危险带电的浮地输入电路的端子，以及另一端为连接在一起的可触及导电零部件之间施加试验电压。

还要在一端为连接在一起的在正常使用时能成为带电的浮地输出电路的端子，以及另一端为连接在一起的可触及导电零部件之间施加试验电压。

对每一种情况施加的电压值为工作电压的 1.5 倍。如果电压限制（箝位）装置在低于 1.5 倍的工作电压下动作，则施加的电压值为 0.9 倍的箝位电压，但不小于工作电压。

注：在具有与保护导体端子相连的可触及导电零部件的设备中，可触及导电零部件是能与器具输入插座的接地插销或电源插头的接地插销相连的，在进行试验时，要将设备与任何外部接地装置进行电气隔离。

不得出现击穿或重复的飞弧，不考虑电晕效应和类似现象。
